

**UNIVERSIDAD CARLOS III MADRID  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**PROYECTO FIN DE CARRERA  
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL**

**MANUAL Y CONTRATO ASOCIADO AL  
MANTENIMIENTO DE LA  
INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA  
DE UNA FÁBRICA**

**AUTOR: Fernando J. Cuesta López**

**TUTOR: Esteban P. Domínguez González-Seco**

**MARZO 2010**



La labor de este proyecto está dedicada a mi familia y amigos por su interés, y desinteresado apoyo en todo momento, en terminar mi carrera.

Gracias también a mi tutor de proyecto, por haber sacado de mi una faceta profesional y plasmarla aquí.

Y especialmente, con su apoyo moral, se lo dedico a mi querida María Pilar V.D. por estar siempre ahí en los momentos de bajón.

## INDICE

	Página
<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>2.- OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>3.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b><u>CAPÍTULO 1: MANUAL DE MANTENIMIENTO.....</u></b>	<b>10</b>
<b>4.- INTRODUCCIÓN AL MANUAL.....</b>	<b>11</b>
<b>5.- FUNDAMENTOS DEL MANTENIMIENTO.....</b>	<b>11</b>
5.1.- <i>El elemento eléctrico.....</i>	<i>12</i>
5.1.1.- <i>Estados operacionales de elemento.....</i>	<i>14</i>
5.1.2.- <i>Estados temporales de elemento .....</i>	<i>15</i>
5.2.- <i>Visión general del Mantenimiento.....</i>	<i>16</i>
5.3.- <i>Normativa aplicada al manual.....</i>	<i>17</i>
5.4.- <i>Contenidos del manual.....</i>	<i>18</i>
5.4.1.- <i>Terminología de Mantenimiento.....</i>	<i>18</i>
5.4.2.- <i>Documentación de Mantenimiento.....</i>	<i>18</i>
5.4.3.- <i>Estructura y finalidad de la Terminología y los Documentos.....</i>	<i>19</i>
5.5.- <i>Desarrollo de las actividades de mantenimiento.....</i>	<i>20</i>
<b><u>CAPÍTULO 2: MANTENIMIENTO BAJO EL PUNTO DE VISTA NORMATIVO....</u></b>	<b>23</b>
<b>6.- INTRODUCCIÓN A LOS REGLAMENTOS.....</b>	<b>24</b>
<b>7.- REGLAMENTO ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN (REBT 2002).....</b>	<b>24</b>
7.1.- <i>Introducción.....</i>	<i>25</i>
7.2.- <i>Objeto.....</i>	<i>25</i>
7.3.- <i>Ámbito de aplicación.....</i>	<i>26</i>
7.4.- <i>Verificación de las instalaciones eléctricas.....</i>	<i>27</i>
7.4.1.- <i>Verificación por examen.....</i>	<i>27</i>
7.4.2.- <i>Verificaciones mediante medidas o ensayos.....</i>	<i>27</i>
7.4.2.1.- <i>Medida de la continuidad de los conductores de protección y de las uniones equipotenciales principales y suplementarias.....</i>	<i>28</i>
7.4.2.2.- <i>Medida de la resistencia de puesta a tierra.....</i>	<i>28</i>
7.4.2.3.- <i>Medida de la resistencia de aislamiento de la instalación...</i>	<i>29</i>
7.4.2.4.- <i>Medida de la resistencia de aislamiento de suelos y paredes...</i>	<i>31</i>
7.4.2.5.- <i>Ensayo dieléctrico de la instalación.....</i>	<i>32</i>
7.4.2.6.- <i>Ensayo de corrientes de fuga.....</i>	<i>33</i>
7.4.2.7.- <i>Medida de la impedancia de bucle.....</i>	<i>34</i>
7.4.2.8.- <i>Medida de tensión de contacto y comprobación de los interruptores diferenciales.....</i>	<i>36</i>
7.4.2.9.- <i>Comprobación de la secuencia de fases.....</i>	<i>38</i>
7.5.- <i>Inspecciones.....</i>	<i>38</i>
7.5.1.- <i>Inspecciones iniciales.....</i>	<i>38</i>

7.5.2.- Inspecciones periódicas.....	39
7.5.3.- Procedimiento (Favorable, condicionada y negativa).....	39
7.5.4.- Clasificación de defectos (Muy grave, grave y leve).....	40
7.5.5.- Cuadro resumen.....	41
7.6.- Mantenimiento eléctrico aplicado a la fábrica.....	42
7.6.1.- Tipos de mantenimiento.....	42
7.6.1.1.-Mantenimiento correctivo.....	42
7.6.1.2.- Mantenimiento preventivo.....	43
7.6.1.3.- Mantenimiento predictivo.....	43
7.6.1.4.- Mantenimiento proactivo.....	44
7.6.2.- Normas básicas.....	44
7.6.3.- Materiales e instrumentos de medida.....	44
7.6.4.- Tareas de mantenimiento.....	45
7.6.4.1.-Mantenimiento preventivo de verificaciones a examinar.....	46
7.6.4.2.-Mantenimiento preventivo de verificaciones por medida.....	47
7.6.4.3.- Mantenimiento preventivo por el Organismo de Control Autorizado (OCA).....	48
7.6.5.- Planificación.....	49
7.6.6.- Registro.....	51
<b>8.- REGLAMENTO PARA CENTRALES TRANSFORMADORAS (RCE).....</b>	<b>52</b>
8.1.- Introducción.....	52
8.2.- Objeto.....	53
8.3.- Ámbito de aplicación.....	53
8.4.- Disposiciones generales.....	54
8.4.1.- Clasificación de las instalaciones.....	54
8.4.2.- Frecuencia de la red eléctrica.....	54
8.4.3.- Compatibilidad con otras instalaciones.....	54
8.4.4.- Perturbaciones en los sistemas de comunicaciones y similares.....	54
8.4.5.- Normas.....	55
8.4.6.- Identificación, marcas y homologación.....	55
8.5.- Autorización, puesta en servicio, inspección y vigilancia de las instalaciones.....	56
8.5.1.- Proyecto de las instalaciones.....	56
8.5.2.- Aplicación de las nuevas técnicas.....	56
8.5.3.- Puesta en marcha de las instalaciones.....	56
8.5.4.- Mantenimiento de las instalaciones.....	57
8.5.5.- Inspecciones periódicas de las instalaciones.....	57
8.5.6.- Interrupción y alteración del servicio.....	58
8.6.- Infracciones y sanciones.....	58
8.6.1.- Disposición transitoria.....	59
8.7.- Mantenimiento eléctrico aplicado a la fábrica.....	59
8.7.1.- Tipos de mantenimiento.....	59
8.7.2.- Normas básicas.....	59
8.7.2.1.- Reglas de Oro.....	60
8.7.3.- Materiales e instrumentos de medida.....	63
8.7.4.- Tareas de mantenimiento.....	63
8.7.4.1.-Mantenimiento preventivo de verificaciones a examinar.....	64
8.7.4.2.-Mantenimiento preventivo de verificaciones por medida.....	65
8.7.4.3.- Mantenimiento preventivo por el Organismo de Control	

<i>Autorizado (OCA)</i> .....	66
8.7.5.- <i>Planificación</i> .....	67
8.7.6.- <i>Registro</i> .....	68
<b>9.-REGLAMENTO TÉCNICO DE LAS LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN (RLAT).....</b>	<b>69</b>
9.1.- <i>Introducción</i> .....	69
9.2.- <i>Objeto</i> .....	70
9.3.- <i>Ámbito de aplicación</i> .....	70
9.4.- <i>Documentación</i> .....	71
9.5.- <i>Documentación y puesta en servicio de las líneas propiedad de empresas de transporte y distribución de energía eléctrica</i> .....	71
9.5.1.- <i>Verificación e inspección de las líneas eléctricas</i> .....	72
9.6.- <i>Documentación y puesta en servicio de las líneas que no son propiedad de empresas de transporte y distribución de energía eléctrica</i> .....	73
9.6.1.- <i>Verificación e inspección de las líneas eléctricas</i> .....	74
9.7.- <i>Documentación y puesta en servicio de las líneas que sean cedidas a empresas de transporte y distribución de energía eléctrica</i> .....	75
9.8.- <i>Verificaciones</i> .....	76
9.7.1.- <i>Verificación inicial previa a la puesta en servicio</i> .....	76
9.7.2.- <i>Verificaciones periódicas</i> .....	76
9.9.- <i>Inspecciones</i> .....	76
9.9.1.- <i>Inspección inicial</i> .....	76
9.9.2.- <i>Inspección periódica</i> .....	76
9.9.3.- <i>Procedimientos</i> .....	77
9.9.3.1.- <i>Procedimiento de verificación periódica</i> .....	77
9.9.3.2.- <i>Procedimiento de inspección inicial ó periódica</i> .....	77
9.9.3.3.- <i>Calificación de una línea</i> .....	77
9.9.4.- <i>Clasificación de defectos (Muy grave, grave y leve)</i> .....	78
9.10.- <i>Mantenimiento eléctrico aplicado a la fábrica</i> .....	80
9.10.1.- <i>Tipos de mantenimiento</i> .....	80
9.10.2.- <i>Normas básicas</i> .....	80
9.10.2.1.- <i>Reglas de Oro</i> .....	80
9.10.3.- <i>Materiales e instrumentos de medida</i> .....	81
9.10.4.- <i>Tareas de mantenimiento</i> .....	81
9.10.4.1.- <i>Mantenimiento preventivo de verificaciones a examinar</i> .....	83
9.10.4.2.- <i>Mantenimiento preventivo de verificaciones por medida</i> .....	84
9.10.4.3.- <i>Mantenimiento preventivo por el Organismo de Control Autorizado (OCA)</i> .....	85
9.10.5.- <i>Planificación</i> .....	86
9.10.6.- <i>Registro</i> .....	87

<b>10.- CÓDIGO TÉCNICO DE EDIFICACIÓN (CTE).....</b>	<b>88</b>
10.1.- Introducción.....	88
10.2.- Objeto.....	89
10.3.- Ámbito de aplicación.....	90
10.4.- SECCIÓN SU 4: Seguridad frente al riesgo causado por la iluminación inadecuada.....	90
10.4.1.- Objeto.....	90
10.4.2.- Ámbito de aplicación.....	91
10.4.3.- Alumbrado normal en zonas de circulación.....	91
10.4.4.- Alumbrado de emergencia.....	92
10.4.4.1.- Dotación.....	93
10.4.4.2.- Posición y características de las luminarias.....	93
10.4.4.3.- Características de la instalación.....	93
10.4.4.4.- Iluminación de las señales de seguridad.....	94
10.5.- SECCIÓN SU 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.....	95
10.5.1.- Objeto.....	95
10.5.2.- Ámbito de aplicación.....	95
10.5.3.- Procedimiento de verificación.....	95
10.5.4.- Tipo de instalación exigido.....	97
10.5.5.- Características de las instalaciones de protección al rayo (Sistema externo, interno y red de tierra).....	98
10.6.- SECCIÓN HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.....	100
10.6.1.- Objeto.....	100
10.6.2.- Ámbito de aplicación.....	100
10.6.3.- Procedimiento de verificación.....	101
10.6.4.- Documentación justificativa.....	101
10.6.5.- Caracterización y cuantificación de las exigencias.....	102
10.6.5.1.- Valor de la eficiencia energética de la instalación.....	102
10.6.5.2.- Sistemas de control y regulación.....	103
10.6.6.- Cálculo (Datos previos y método de cálculo).....	103
10.6.7.- Productos de construcción.....	105
10.6.7.1.- Control de recepción de obra de productos.....	105
10.7.- Mantenimiento eléctrico aplicado a la fábrica.....	106
10.7.1.- Tipos de mantenimiento.....	106
10.7.2.- Normas básicas.....	106
10.7.3.- Materiales e instrumentos de medida.....	106
10.7.4.- Tareas de mantenimiento.....	107
10.7.4.1.-Mantenimiento preventivo de verificaciones a examinar....	108
10.7.4.2.-Mantenimiento preventivo de verificaciones por medida...	109
10.7.4.3.- Mantenimiento preventivo por el Organismo de Control Autorizado (OCA).....	110
10.7.5.- Planificación.....	111
10.7.6.- Registro.....	112

<b><u>CAPÍTULO 3: ELABORACIÓN DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO.....</u></b>	<b>113</b>
<b>11.- INTRODUCCIÓN AL CONTRATO .....</b>	<b>114</b>
<b>12.- GUÍA PARA PREPARACIÓN DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>114</b>
<b>13.- REDACCIÓN DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE LA FÁBRICA...</b>	<b>115</b>
13.1.- Objeto.....	115
13.2.- Relación de elementos.....	115
13.3.- Características de la elección de la empresa de mantenimiento.....	115
13.3.1.- Acreditación técnica.....	116
13.3.2.- Plantilla.....	116
13.3.3.- Representación.....	116
13.3.4.- Servicio de averías.....	116
13.3.5.- Cláusulas.....	117
13.3.6.- Acuerdo económico.....	117
13.4.- Contenidos del contrato.....	117
13.4.1.- Periodo de vigencia.....	117
13.4.2.- Servicio de asistencia técnica (SAT) .....	117
13.4.3.- Periodo de servicio de mantenimiento.....	118
13.4.4.- Cargo, facturación y pago.....	118
13.4.5.- Desarrollo de los trabajos.....	118
13.4.5.1.- Operaciones de mantenimiento normal.....	119
13.4.5.2.- Reparación todo riesgo.....	120
13.4.6.- Servicios excluidos del mantenimiento.....	121
13.4.7.- Terminación.....	121
13.4.8.- Limitación de responsabilidad.....	121
13.4.9.- Aspectos generales.....	121
13.5.- Ejemplo.....	123
 <b><u>CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES.....</u></b>	 <b>125</b>
<b>14.- CONCLUSIONES FINALES.....</b>	<b>126</b>
 <b><u>CAPÍTULO 5: DOCUMENTACIÓN ADJUNTA.....</u></b>	 <b>128</b>
<b>15.- BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>129</b>
<b>16.- ANEXOS.....</b>	<b>130</b>
16.1.- Anexo I: (Terminología del mantenimiento).....	130
16.2.- Anexo II: (Documentos del mantenimiento).....	137
16.3.- Anexo III: (Guía para la preparación del contrato de mantenimiento).....	147





## **1.-INTRODUCCIÓN.**

A lo largo de este proyecto, se va a desarrollar todo lo relacionado con el ámbito de aplicación del mantenimiento eléctrico en una infraestructura, como por ejemplo, una fábrica. Para ello buscaremos la mejor definición de mantenimiento, y así poder centrarnos en lo que realmente nos interesa.

Definición: El mantenimiento es una actividad que se desempeña dentro de una empresa y que requiere de toda información de entre sus numerosos puntos de la organización, con el resto de unidades funcionales y de organización del negocio, y así poder cubrir sus objetivos.

La aplicación del mantenimiento, para los propietarios de los elementos eléctricos, es importante por proteger el valor del capital invertido y asegurar que se logre la disponibilidad absoluta y requerida para el resto del funcionamiento de la fábrica.

Este proyecto surge de la necesidad de controlar rigurosamente el buen funcionamiento de la instalación eléctrica como de pasar las inspecciones cuando lo requiere la ley de Industria.

Para ello elaboraremos un manual de mantenimiento que nos acerque a todos aquellos términos utilizados, documentos y la normativa a todos los elementos eléctricos de la instalación.

Toda la información, tanto para el manual de mantenimiento como para la elaboración del contrato, será seleccionada por los Reales Decretos y Normativas UNE vigentes, que marcan cada elemento eléctrico asociado al mantenimiento, definiendo las características técnicas y de seguridad para su correcto funcionamiento, con sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) correspondientes. Aunque se mencionen los Reales Decretos, el proyecto no está enfocado a efectos de cálculo alguno, ni de planos, de los distintos elementos de la instalación eléctrica.

## **2.- OBJETIVOS.**

El proyecto se va a dividir en cinco capítulos: dos de ellos se centrarán en el desarrollo del manual de mantenimiento, otro capítulo para la elaboración del contrato de mantenimiento, otro para las conclusiones del proyecto y uno último para toda aquella documentación y bibliografía aplicada.

Para el desarrollo del manual de mantenimiento, describiremos la idea genérica del mantenimiento aplicado a la empresa, de la cual se irá centrando en las funciones de los elementos eléctricos, al que hay que aplicar el mantenimiento y de la normativa a seguir.

También se desarrollará la terminología y la documentación asociada al mantenimiento de una instalación eléctrica, como complemento. Para ello se desarrollará las normativas UNE-EN13306 y UNE-EN 13460.

Como último contenido en el manual, se aplicará los Reglamentos vigentes de Baja Tensión, de Edificación, de Líneas Aéreas y de Centros de Transformación (REBT, CTE, RLAT Y RCE, respectivamente) para cada uno de los elementos eléctricos de la fábrica que precisen de

una vital importancia de funcionamiento, con sus correspondientes tipos de mantenimiento y acciones asociadas.

Para la elaboración del contrato de mantenimiento se desarrollará qué objetivo se quiere alcanzar con una empresa externa dedicada al mantenimiento y que a su vez, debe estar homologada como Organismo de Control Autorizado (OCA), para la realización de las inspecciones en las instalaciones eléctricas, que marca la Ley. Para desarrollar la elaboración se hará uso de la Norma UNE-EN 13269.

Para las conclusiones del proyecto, el objetivo es crear un modelo de contrato que se ajuste a las exigencias de la fábrica y sin eliminar el mantenimiento propio. Para ello, anteriormente se ha de establecer unas labores de mantenimiento correspondientes a cada elemento de la fábrica.

Como finalidad, se dispone de un capítulo que incluye toda la documentación adjunta a las referencias expuestas en los anteriores capítulos, y su bibliografía.

### **3.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.**

El Mantenimiento eléctrico a desarrollar, va orientado a una fábrica dedicada a los preformados de hormigón, en la que la instalación eléctrica es fundamental para su funcionamiento. Los elementos eléctricos, que más adelante se describen, son de características diferentes en cuanto a su función. Por ello, aplicaremos la Normativa vigente para realizar las verificaciones e inspecciones correspondientes a cada uno de ellos y así poder realizar las acciones asociadas a ellos.

Entre los elementos eléctricos de la fábrica podemos nombrar:

- Dos transformadores trifásicos, con refrigeración natural de aceite:
  - a) Transformador 1: Trifásico 750 kVA 13,5/ 0,4 kV frecuencia 50 Hz.
  - b) Transformador 2: Trifásico 250 kVA 400/230 V frecuencia 50 Hz.

Para ello, utilizaremos la normativa vigente correspondiente al Real Decreto RD 3275/1982, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en centrales eléctricas y Centros de Transformación (RCE). También se hará uso de las reglamentaciones relativas a Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), denominadas ITC-MIE-RAT (01-20).

- Una Línea aérea de alta tensión, con cable de acero galvanizado de 22mm<sup>2</sup> unipolar, 7500m de distancia de la subestación al edificio de transformación, mediante postes.

Para ello, utilizaremos la normativa vigente correspondiente al Real Decreto RD 223/2008 sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Líneas eléctricas de Alta Tensión (RLAT). También se hará uso de las reglamentaciones relativas a Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), denominadas ITC-LAT (01-09).

- Dos cuadros eléctricos de distribución:
  - a) Un cuadro eléctrico de distribución de baja tensión, con salidas de 380 y 220 V para iluminación a las naves de 4000m<sup>2</sup>, y salida 380V para fuerza (equipos de soldadura, radiales, compresores de aire comprimido, etc.)
  - b) Un cuadro eléctrico de distribución de baja tensión, con salidas de 380 y 220 V para iluminación a las naves de 1800m<sup>2</sup> y 750m<sup>2</sup>, y salida 380V para fuerza (equipos de soldadura, radiales, compresores de aire comprimido, etc.)

Para ello, utilizaremos la normativa vigente correspondiente al Real Decreto RD 842/2002 sobre el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). También se hará uso de las reglamentaciones relativas a Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), denominadas ITC-BT (01-51).

- Seis naves para la fabricación con su correspondiente iluminación:
  - a) Dos naves de 4000 m<sup>2</sup> destinadas para la fabricación de vigas, compuesta con 90 focos campana por nave, de lámpara vapor de mercurio de 400 W.
  - b) Tres naves de 750 m<sup>2</sup> destinadas para la fabricación de placas prefabricadas, compuesta de 150 fluorescente doble de 21W por nave.
  - c) Una nave de 1800 m<sup>2</sup> destinadas para el corte y doblado de la ferralla, compuesta de 70 focos campana por nave, de lámpara vapor de mercurio de 400 W.

Para ello, utilizaremos la normativa vigente correspondiente a la Ley 38/1999 sobre Código Técnico de Edificación (CTE). También se hará uso de las reglamentaciones relativas a los documentos básicos (DB), denominadas para este caso DB-SU-4 y DB-HE-3.

- Un pararrayos tipo Franklin de una punta.

Para ello, utilizaremos la normativa vigente correspondiente a la Ley 38/1999 sobre Código Técnico de Edificación (CTE). También se hará uso de la reglamentación relativa al documento básico (DB), denominada para este caso DB-SU-8.

Aplicando la Normativa en cada uno de estos elementos eléctricos y centrándonos en el mantenimiento a desarrollar, desarrollaremos los documentos y apartados del Reglamento que hacen mención a la verificación e inspección de los elementos. Con ello se concretará sobre el tipo de mantenimiento a aplicar con sus correspondientes acciones.

## **CAPÍTULO 1**

# **MANUAL DE MANTENIMIENTO**

#### **4.- INTRODUCCIÓN AL MANUAL.**

Para la elaboración de esta memoria, se desarrollará el mantenimiento como la parte principal de conservar todos los elementos y equipos eléctricos en perfecto estado de funcionamiento. El objetivo del manual es de poder intervenir en toda avería sobre los diferentes elementos y subsanarlo lo antes posible, mediante una información que no conlleve a errores.

Para ello se empezará describiendo, como parte principal, el elemento eléctrico con sus estados operacionales y temporales, dentro de la aplicación del mantenimiento en rasgos generales. Se necesitará documentarse de todo aquello relativo al elemento, para que nos resulte cómodo de entender frente a su funcionamiento, su comportamiento ante el tiempo y por los estados por los que pasa, una vez que se ha instalado en un equipo.

Como contenido en el manual, se va a hacer uso de la normativa vigente, aplicando la Terminología y la Documentación que se rige en el mantenimiento. Se citará la normativa UNE-EN 13306 y UNE EN13460 para la Terminología y Documentación del mantenimiento respectivamente y así hacer un buen uso de todo ello sin equivocarse de contexto, en lo referente al mantenimiento de un equipo.

Y como última parte, se va a desarrollar las actividades que se desempeñan dentro del mantenimiento, definiendo las operaciones de mantenimiento adecuadas a la avería, con su planificación, etc., y todo lo correspondiente para hacer un buen trabajo de mantenimiento sobre el equipo. La finalidad de este apartado es de analizar mediante informes la avería que ha existido y hacer un balance de número de horas, operarios y piezas que han sido necesarias para el funcionamiento de nuevo.

#### **5.- FUNDAMENTOS DEL MANTENIMIENTO.**

Es necesario conocer en todo momento como intervenir en una avería, y también, como funciona un elemento eléctrico dentro de una fábrica. El más pequeño elemento eléctrico que de un fallo en una instalación, puede desembocar en una avería grave. Y una vez originado el problema, es cuantiosa la pérdida en producción y en poner en marcha de nuevo la instalación.

El mantenimiento va a perseguir el funcionamiento de todo elemento, desde que se compró hasta el último día de funcionamiento. Para ello, el equipo tiene que venir con unas normas de uso y funcionamiento para su instalación, y por otro lado, un manual de uso y mantenimiento.

Para la realización de un buen mantenimiento, hay que analizar los elementos eléctricos de los que compone el equipo, para que cuando se produzca una avería, se pueda localizar el elemento en un corto plazo.

Todo elemento tiene que tener su funcionamiento descrito en el equipo que se adquirió, para ver como realiza su función. Suele venir en un esquema en la última página del libro de instrucciones. Esto es fundamental para elaborar un procedimiento de mantenimiento, ya que sin ello sería muy difícil atender al equipo cuando tenga fallo.

El fabricante del equipo suele incluir en el libro de instrucciones los mantenimientos que precisa la máquina, y sino un breve resumen de los componentes eléctricos que entran en funcionamiento, mientras que el equipo se encuentra en marcha.

### 5.1.- EL ELEMENTO ELÉCTRICO. [8]

En las industrias existen distintos dispositivos eléctricos que permiten el paso de electricidad, aviso mediante luz, etc., sobre el funcionamiento de máquinas ó equipos. Estos elementos tienen una vida útil que necesitan su sustitución. Otros, sin embargo, son por sustitución de piezas de desgaste, reparación, limpieza, por rotura, etc., y que necesitan de un mantenimiento que lo controle.

Para cualquier empresa, es necesario conocer a fondo el tipo de elementos que tienen implantados en las máquinas, para así hacer más efectiva una intervención de mantenimiento.

El elemento eléctrico se va a convertir en el principal objetivo del mantenimiento, ya que dependiendo de su composición y función en el equipo, tendrán una distinta importancia ante una avería.

Los elementos más utilizados en los equipos son: interruptores, pulsadores, automáticos, interruptor diferencial, fusibles, cables, conectores, lámparas, etc.

Para ello vamos a desglosar (Fig.1) por que estados puede atravesar un elemento y así verificar su importancia ante la indisposición del equipo.

#### DIFERENTES ESTADOS DE UN ELEMENTO

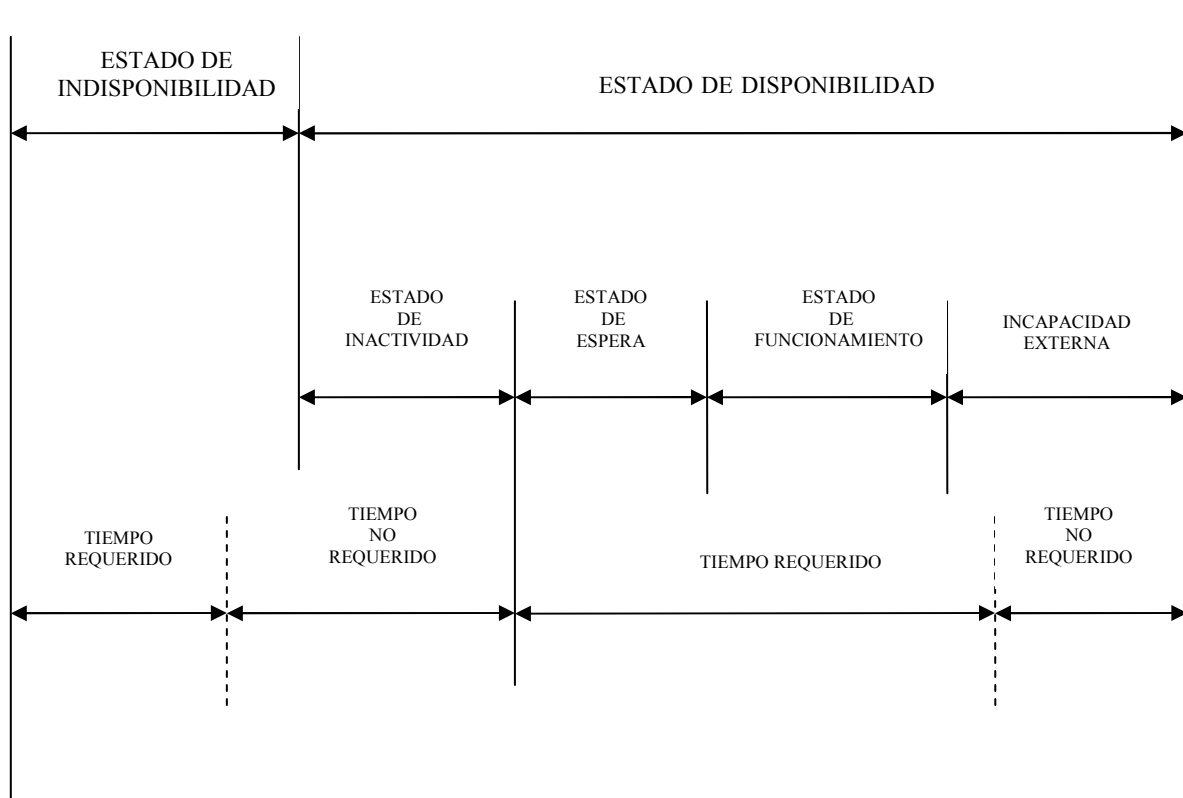


Fig.1 Estados de un elemento

En este diagrama podemos observar los diferentes estados de un elemento ante el tiempo necesario para ponerlo de nuevo en funcionamiento. En el estado de indisponibilidad, en el que no se puede disponer del material, puede deberse a diversos factores (pe. falta pieza, no existe pieza similar, etc.), con lo que es difícil establecer un tiempo para hacerlo disponible.

Sin embargo, también existe un tiempo no requerido en el que no solo falta el elemento, sino hay otros factores que no funcionan.

Luego está el estado de disponibilidad, en el que físicamente se tiene el elemento pero depende de cuatro estados:

- Estado de inactividad: donde se tiene la pieza pero no está conectado al resto del equipo y no depende de un tiempo requerido.
- Estado de espera: donde la pieza está a la espera de la orden para su funcionamiento.
- Estado de funcionamiento: donde el elemento cumple su función en un tiempo determinado.
- Estado de incapacidad externa: donde la pieza necesita una instalación por parte del fabricante, en el que el tiempo puede ser o no acordado para que desarrolle su función.



### 5.1.1.- ESTADOS OPERACIONALES DEL ELEMENTO.

La gran importancia del funcionamiento de una máquina ó equipo reside en los estados de funcionamiento o no funcionamiento. Para ello es necesario saber cuando un elemento deja de funcionar y así hacer un seguimiento de la avería de cuando dio fallo.

En la siguiente figura (Fig.2), vemos los diferentes estados del elemento con respecto a su función operativa.

#### ESTADOS DE UN ELEMENTO

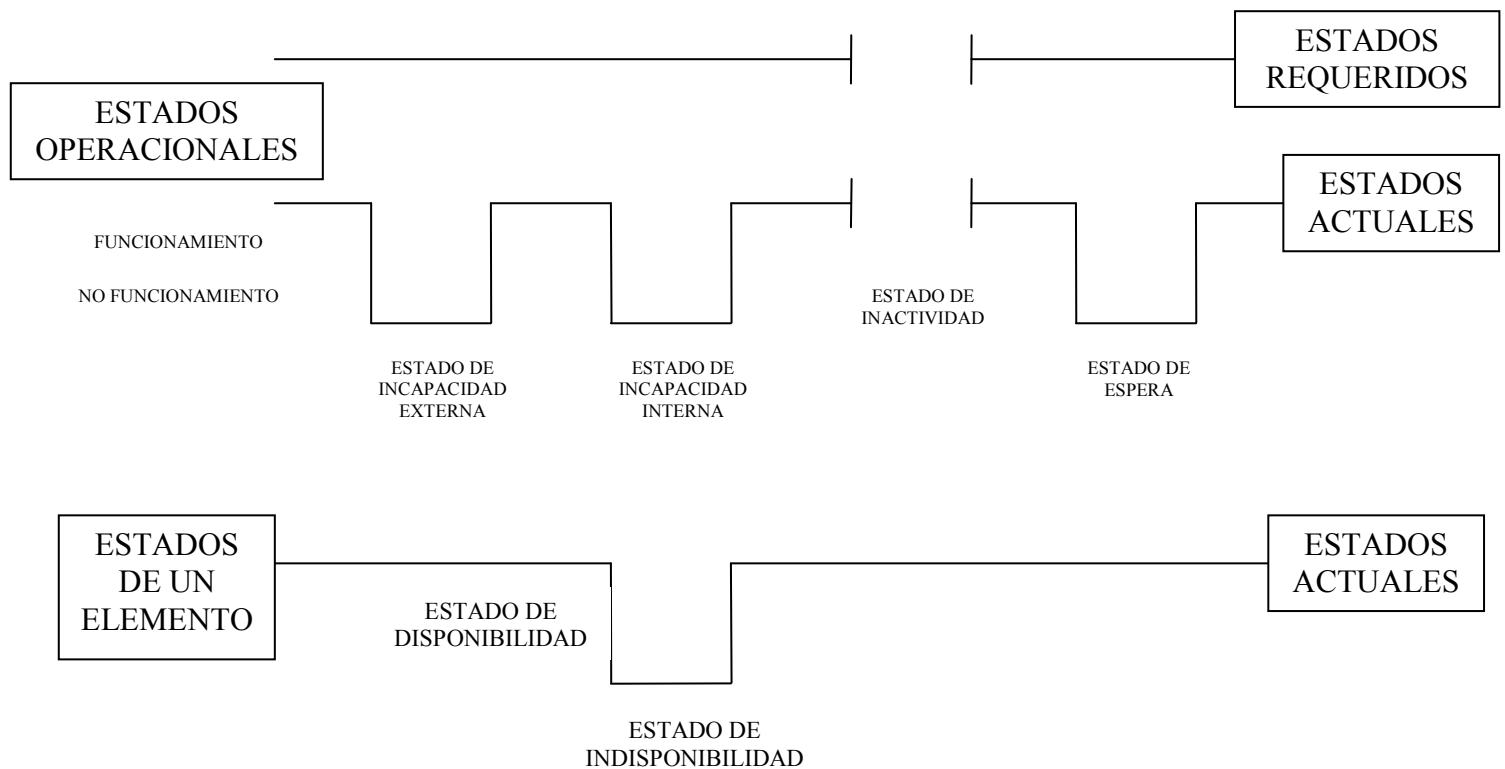


Fig.2 Estados actuales y requeridos

El estado requerido de un elemento es aquel que nos da un continuo desempeño de sus funciones, con un estado de operación de funcionamiento, a excepción del estado de inactividad. Este estado de inactividad no implica que no esté disponible, tal como aparece en la figura.

Dentro de los estados actuales nos encontramos con el estado de no funcionamiento como: el estado de incapacidad externa e interna y el estado de espera.

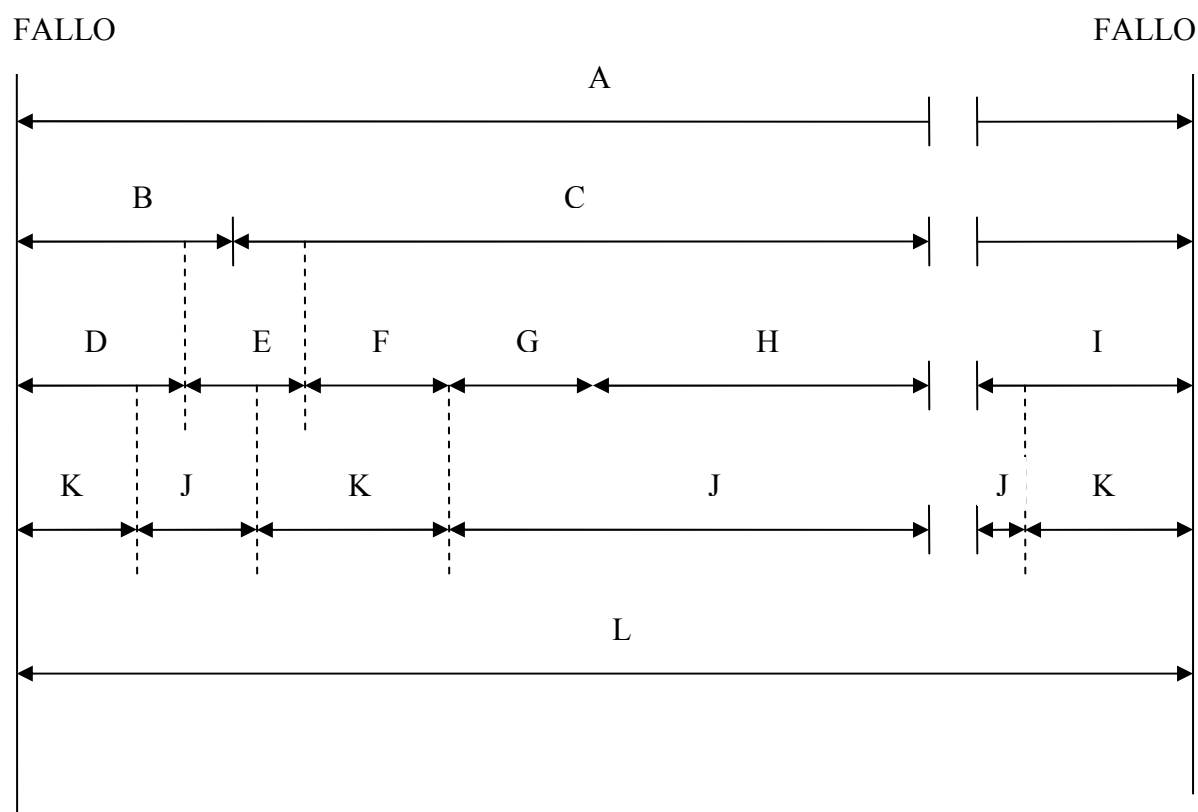
Por otro lado, podemos distinguir del estado de disponibilidad y del de indisponibilidad, justo cuando se solapa al estado de incapacidad interna. Ello es producido cuando no pueden realizar su función requerida, ya sea por mantenimiento o por otro motivo.

### 5.1.2.- ESTADOS TEMPORALES DEL ELEMENTO.

Para determinar causas de fallo en las máquinas o equipos, también se analizan los tiempos en los que los elementos dejan de funcionar. Estos tiempos pueden deberse a factores intrínsecos de elementos, como por ejemplo, la indisponibilidad del material eléctrico; como por factores extrínsecos, como por ejemplo, la realización de un mantenimiento.

En la siguiente figura (Fig.3) nos marca los distintos intervalos de tiempo que existen en un elemento cuando no se ha llegado al fallo.

#### INTERVALOS RELACIONADOS CON EL TIEMPO



Abreviatura	Término
A	Tiempo entre fallos
B	Tiempo de indisponibilidad
C	Tiempo de disponibilidad
D	Tiempo de mantenimiento correctivo
E	Tiempo de mantenimiento preventivo
F	Tiempo de inactividad
G	Tiempo de espera
H	Tiempo de funcionamiento entre fallos
I	Tiempo de incapacidad externa
J	Tiempo requerido
K	Tiempo no requerido
L	Calendario

Fig.3 Términos relativos al tiempo.

En este diagrama podemos observar los distintos intervalos de tiempo que suceden entre los fallos de un elemento/equipo. Para el tiempo dedicado al mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, se utiliza un tiempo requerido para desempeñar la labor y otra parte del tiempo que no es requerido debido a causas ajenas al elemento. También que el tiempo para el mantenimiento preventivo contempla tiempos como el de inactividad, el de espera, el de funcionamiento entre fallos y el de incapacidad externa. El calendario va a ser una unidad de tiempo con la que el equipo necesita un mantenimiento entre los fallos que se produzcan. Este intervalo de tiempo lo determina el fabricante del elemento/equipo.

## 5.2.- VISIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO. [8]

La finalidad del mantenimiento, es de eliminar los fallos que se producen en los elementos dentro de los equipos y funcionen bajo unas condiciones determinadas. Cuando se produce un fallo, las actuaciones para determinar su causa se corresponden con la siguiente figura (Fig.4), y nos marca los pasos a seguir para realizar el correcto mantenimiento en cuanto el elemento deja de funcionar.

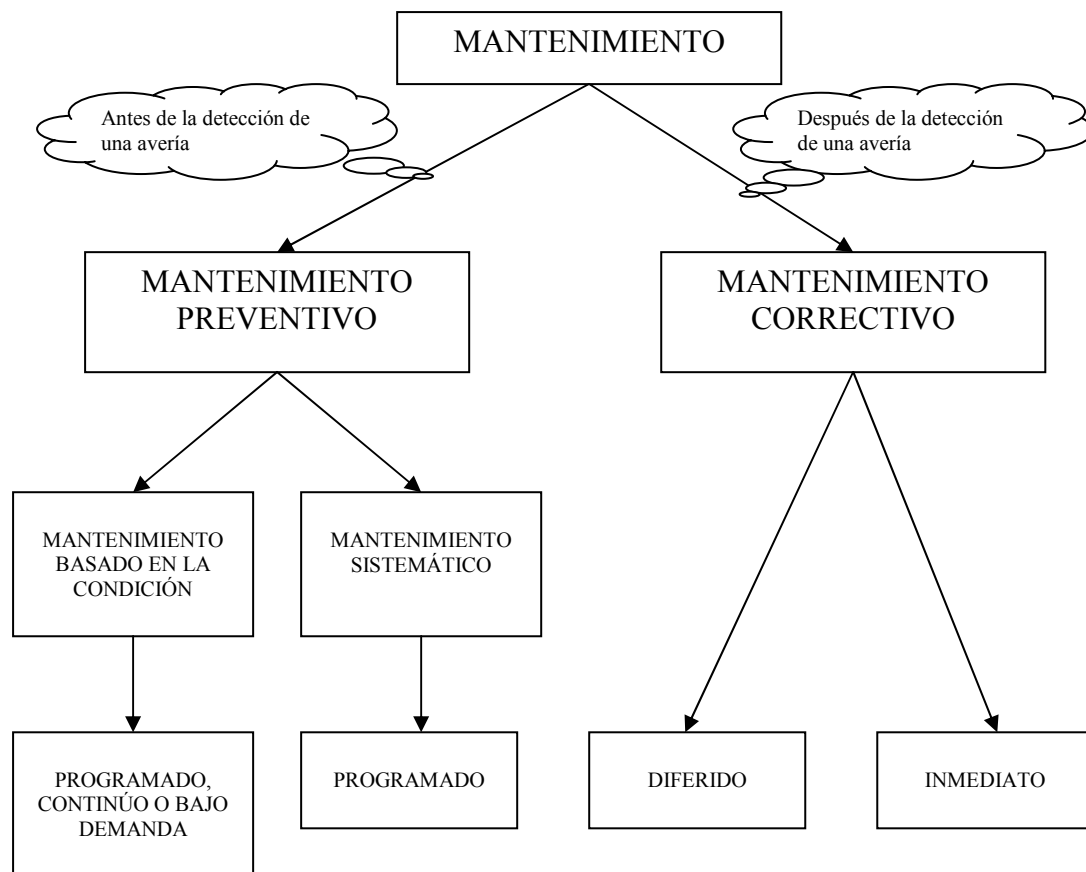


Fig. 4 Visión general del mantenimiento

El mantenimiento siempre va a estar presente entre los tiempos de fallo, es decir, mientras el fallo no sea síntoma de una avería. En ese momento se programan actuaciones futuras, se compra material, se hace recuento de material, etc.

Sin embargo, el tipo de mantenimiento vendrá dado en cuanto se detecte una avería del elemento, ya sea antes o después de que exista.

Por un lado, si la detección del fallo ha sido después de una avería, se aplica un mantenimiento correctivo por parte del equipo de mantenimiento con los documentos y repuestos en ese mismo instante. Hay que diferenciar dos tipos de mantenimiento correctivo y son:

- El inmediato: que se realiza la reparación en ese mismo instante que se produjo la avería.
- El diferido: que va a estar sometido a un retraso por parte de repuestos o del propio elemento que origina la avería.

Y por otro lado, tenemos el mantenimiento preventivo que se da antes de la detección de una avería. Es cuando en condiciones de funcionamiento, le toca ciertas revisiones de forma sistemática, sometida a especificaciones del fabricante. El mantenimiento no es flexible ante la producción, ya que hay que programarlo con arreglo a los parámetros de mantenimiento del elemento/equipo.

Y como último, el mantenimiento preventivo basado en condiciones intrínsecas al funcionamiento o especificaciones del elemento/equipo, como por ejemplo, el desgaste. Esta última es más flexible a la producción ya que se puede programar para que no afecte a la producción, aunque las especificaciones del mantenimiento las ponga el fabricante de la máquina.

### **5.3.- *NORMATIVA APLICADA AL MANUAL. [7] y [21]***

Para el contenido de este manual de mantenimiento es necesario utilizar la normativa vigente para que no se equivoquen los términos y documentos en otros contextos. Por ello, va a ser indispensable que para la aplicación de este proyecto, se usen las siguientes normas:

- EN 13306:2002 Terminología del mantenimiento.
- EN13460:2003 Documentos para el mantenimiento.
- EN ISO 9000:2005 Sistemas de gestión de calidad, Fundamentos y vocabulario

#### **5.4.-CONTENIDOS DEL MANUAL.**

Con la necesidad de aplicar la norma a los términos y documentos relacionados con el mantenimiento, se cita la norma UNE-EN 13306 que especifica los términos genéricos y las definiciones para las áreas técnicas, gestión y administrativas del mantenimiento. En esta norma, los términos no están aplicados a programas informáticos de mantenimiento.

Por otro lado, se cita la norma UNE-EN 13460 que especifica unas directrices generales para todos los documentos relacionados con el mantenimiento en:

- Documentación técnica de un elemento/equipo, antes de estar puesto en servicio y que sirva de ayuda y apoyo al mantenimiento del mismo.
- La documentación aportada debe establecer en la fase operativa del elemento/equipo para tareas de mantenimiento.

##### **5.4.1.-TERMINOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO. [8]**

Los términos genéricos, en todos los tipos y en las gestiones de mantenimiento, se recogen en la norma UNE-EN 13306, sin considerar los aplicados a programas informáticos. Existen tres criterios principales que hacen del mantenimiento una estrategia a seguir y son:

- Disponibilidad del elemento para su función requerida.
- Todo elemento debe reunir requisitos de seguridad y salud sobre el personal usuario.
- Proteger la durabilidad del elemento o servicio suministrado cuando sea un elevado coste.

Para más detalles, ver el anexo I.

##### **5.4.2.- DOCUMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO. [9]**

En este capítulo trataremos de desarrollar todo documento referente al mantenimiento de un elemento, que se aplica en la norma UNE-EN 13460, y que contiene una parte normativa y otra parte informativa.

La parte normativa se refiere del mantenimiento de un activo durante ciclo de vida del mismo. Cuando se adquiere un activo, tiene que venir con cierta documentación para operar y mantener el equipo correctamente. Esta documentación la suministra el proveedor del elemento.

En la parte normativa se va a describir una lista de los documentos que se requieren en el mantenimiento y que proporciona información acerca de los contenidos de cada documento de los citados (ver anexo II). Para poderse adaptar a todas las necesidades específicas del usuario y proveedor, la norma es flexible frente a la lista de elementos de información dada para cada documento. En dicha norma también se tiene en consideración los acuerdos entre las partes que afecten a la documentación, de tal forma que pueda ser eliminado o sustituido, total o parcialmente, según se acuerde en el contrato conforme a la norma UNE-EN 13269.

La parte informativa se refiere a los documentos desglosados en la fase operativa, a los elementos de información de la orden de trabajo (OT.), y a la visión general de la estructura y finalidad del documento; que recogen la información del ciclo de vida del activo

(elemento/equipo).

Definición: Es el soporte físico de la información en una forma específica. Puede mostrarse con una hoja de papel, en la pantalla de un ordenador, una pizarra, etc., y los tipos de caracteres en cuanto a tamaño y distribución, sin afectar a la finalidad de la información. Es importante que toda esta información esté recogida en un punto correcto, para que en un momento oportuno, el personal cualificado sepa donde localizar este material.

El conjunto de todas estos elementos de información se agrupan en estructuras de información, que constituirán el contenido de un documento específico. Se va a tratar de los tipos de documentos y sus contenidos específicos en detalle, sin embargo no se normaliza el aspecto físico del documento ni sus contenidos.

Para más detalles, ver el anexo II.

### **5.4.3.- ESTRUCTURA Y FINALIDAD DE LA TERMINOLOGÍA Y LOS DOCUMENTOS.**

En esta norma europea EN 13460 se proporciona una lista de información sobre todos los documentos necesarios para llevar a cabo las diferentes tareas de mantenimiento y su relación con las diferentes áreas de la organización de la empresa. También incluye aquellos documentos que son requeridos por el sistema de calidad, referidos a calibraciones, verificaciones, etc. de equipos o máquinas, que forman parte del mantenimiento.

Toda actividad de mantenimiento debe estudiarse en detalle antes para así saber que tipo de información/documentación es necesaria para ello. Esto será generado por el departamento de Mantenimiento utilizando elementos de información, los cuales son las cantidades más pequeñas de información entendibles para sus colaboradores. Dicha información es absolutamente necesaria para todas aquellas personas que van a participar en una tarea. En otros casos, esta información se proporciona para coordinar tareas de mantenimiento, funciones de gestión, planificación estratégica y medios para medir, controlar y mejorar la función de un equipo.

Con el objetivo de definir los requerimientos mínimos de información, las actividades de mantenimiento se han analizado desde los puntos de vista de ciclos de vida del equipo y de sus operaciones a realizar. Para ello es consultado dichas labores en muchas compañías europeas e inclusive de normas procedentes de áreas de producción. Es esta norma en particular, se considera la función de mantenimiento como una parte de la calidad de la compañía.

Para que se cumplan los requisitos del sistema de calidad, como se especifica en la Norma UNE-EN ISO 9001, esta contiene todo lo relativo a los documentos, registros y procedimientos apropiados que deben seguirse y conservarse dentro de la organización del mantenimiento. [10]

El punto de partida para llevar a cabo la recopilación de la información necesaria para el mantenimiento es el “flujo de trabajo” (Fig.5) que se muestra en el siguiente apartado. Para su correcta complementación en cada una de las etapas del flujo de trabajo, se requiere el aporte de cierta información contenida en los documentos entrantes. En cada etapa del flujo se generara una información que estará contenida en los documentos salientes, y que será necesaria para llevar a cabo otras etapas.

Después en cada etapa se detalla la información que ha sido requerida y la que se ha generado en ella, a partir de la labor de mantenimiento establecida en el flujograma.

**5.5.- DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO. [8]**

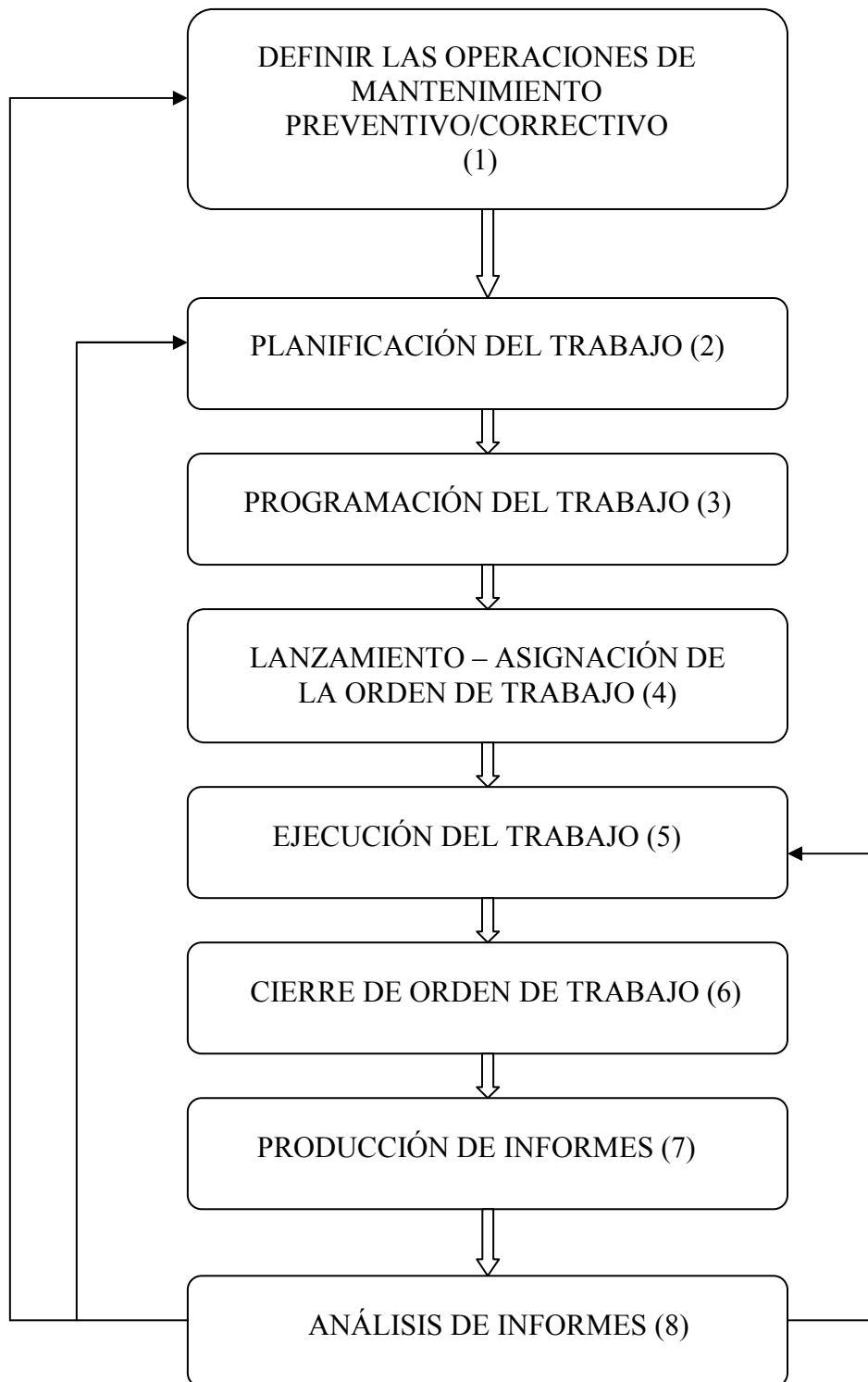


Fig. 5 Flujo de las actividades de mantenimiento

(1) Para la actividad de **estudiar o definir las actividades de mantenimiento**, nos encontramos con el mantenimiento preventivo que tratará de repuestos y recursos estimados o con el mantenimiento correctivo como acción inmediata ante la avería. Los documentos entrantes en esta actividad son:

- Los documentos requeridos de la fase preparatoria.
- Los documentos de realimentación de información.
- Los procedimientos
- Otra información específica de planta.

Y como documentos salientes son:

- El plan preventivo.
- Los procedimientos.
- La lista de repuestos.
- Los recursos requeridos.

(2) Para la actividad de **planificación del trabajo**, en la que nos encontraremos una lista ordenada de trabajos según su prioridad, para un periodo dado. Los documentos entrantes en esta actividad son:

- La petición de una OT.
- Los planes de producción.
- Los procedimientos.
- Los documentos de realimentación de información.

Y como documentos salientes son:

- La hoja de planificación

(3) Para la actividad de **programación del trabajo**, en la que nos encontraremos las fechas de comienzo y fin de cada trabajo de mantenimiento y también la asignación de recursos. Los documentos entrantes en esta actividad son:

- La hoja de planificación.
- Los repuestos de almacén.
- Las herramientas.
- Los procedimientos.
- Los recursos humanos disponibles.

Y como documentos salientes son:

- La hoja de programación.

(4) Para la actividad de **lanzamiento y asignación de la orden de trabajo**, en la que nos encontraremos el momento adecuado a la programación de fabricación y el personal cualificado para la asignación de las labores. Los documentos entrantes en esta actividad son:

- Hoja de programación.
- Repuestos de almacén
- Las herramientas.
- Los procedimientos.
- Los recursos humanos disponibles

Y como documentos salientes son:

- La orden de trabajo.



(5) Para la actividad de **ejecución de trabajo** en la que nos encontraremos la labor de mantenimiento a llevar a cabo. Los documentos entrantes en esta actividad son:

- Documentos requeridos de la fase preparatoria
- Orden de trabajo.
- Relación de repuestos.
- Los procedimientos.
- Las herramientas.
- Documentos de realimentación de información.

Y como documentos salientes son:

- La información para completar la OT.
- Otros documentos adjuntos, incluidos en la orden de trabajo para crear los registros adecuados

(6) Para la actividad de **cierre de la orden de trabajo** en la que nos encontramos toda la labor realizada tanto humana como material. Los documentos entrantes en esta actividad son:

- La orden de trabajo
- Los procedimientos.

Y como documentos salientes son:

- Los registros históricos

(7) Para la actividad de **producción de informes** en la que se reúne toda la información del equipo y su mantenimiento. Los documentos entrantes en esta actividad son:

- Los registros históricos
- Los procedimientos.

Y como documentos salientes son:

- Los registros e informes

(8) Para la actividad de **análisis de los informes** en la que nos encontramos toda la información detallada referente a la máquina/equipo. Los documentos entrantes en esta actividad son:

- Los registros e informes.

Y como documentos salientes son:

- Los documentos de realimentación de información y propuestas de mejora.

**CAPÍTULO 2**  
**MANTENIMIENTO**  
**BAJO EL PUNTO DE VISTA**  
**NORMATIVO**

## **6.- INTRODUCCIÓN A LOS REGLAMENTOS. [25]**

Para la elaboración de este capítulo, se desarrollará todos los elementos a mantener bajo el punto de vista normativo. El principal objetivo es mediante la aplicación de la normativa vigente generar unas labores de mantenimiento. Por lo tanto se hace hincapié a lo referente en las verificaciones aplicadas a normativa sobre el mantenimiento propio de la empresa, como de la inspección aplicada a normativa que desarrollará el Organismo de Control Autorizado (OCA).

Para el mantenimiento desarrollado por la fábrica se generará un tipo de mantenimiento, unas normas básicas, unos materiales a utilizar, las verificaciones correspondientes y una planificación de las actividades a desarrollar frente a los equipos.

Para el mantenimiento realizado por el Organismo de Control, se elaborará un listado de actividades sobre lo que se va a inspeccionar con respecto al mantenimiento propio de la empresa. Este Organismo nos ofrecerá validez ante Industria, para que la fábrica pueda seguir funcionando.

Para ello, se aplicará el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) para todo lo referente al mantenimiento de la electrificación de las naves y cuadros de baja tensión; el Reglamento de Líneas de Alta Tensión (RLAT) para todo lo referente a las líneas aéreas de transporte de energía de la subestación a la fábrica; el Reglamento de Centrales Transformadoras (RCE) para los dos transformadores de energía de la fábrica; y el Código Técnico de Edificación (CTE) para todo lo referente al mantenimiento de la iluminación y del pararrayos.

## **7.- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN (REBT 2002). [12]**

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) es un reglamento español de obligado cumplimiento que desarrolla las condiciones de montaje, explotación y mantenimiento de instalaciones de baja tensión. Según este reglamento en España se considera baja tensión aquella que es menor o igual a 1000 voltios en corriente alterna o 1500 voltios en caso de corriente continua.

El Reglamento actual (que sustituye al Reglamento del año 1973) fue aprobado según el Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto de 2002, y entra en vigor con carácter obligatorio para todas las instalaciones desde el 18 de septiembre de 2003.

En él se mantiene la misma estructura del antiguo y se compone de dos partes: la primera son 29 artículos que atiende a las cuestiones legales y administrativas de las instalaciones. La segunda parte se centra en los aspectos técnicos de las instalaciones recogidas en 51 Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC). En el principio de dichas Instrucciones se encuentra una primera parte que consta de un glosario de términos, las referencias de normas UNE y los requisitos de los instaladores autorizados. Las ITC están estructuradas de forma arbórea, donde la parte central de la estructura es el origen de la instalación y cada rama son los tipos de recepciones, que se encuentran conectados a la misma.

Además existen una serie de ITC que dan prescripciones adicionales para usos concretos o locales con características especiales: viviendas, locales de pública concurrencia, locales húmedos y mojados etc. Para esta fábrica será aplicada para instalaciones industriales de potencia superior a 100 KW.

### **7.1.-INTRODUCCIÓN AL REBT.**

En la presente memoria, se va a centrar en el mantenimiento eléctrico en una fábrica sobre sus instalaciones eléctricas y debemos hacernos uso del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) que nos facilite los pasos a seguir, sobre todo refiriéndonos más a la segunda parte del reglamento (ITC).

Para ello, desarrollaremos los artículos 18 y 20 recogidos en la ITC para describir el tipo de inspecciones a desarrollar. El artículo 19 de la ITC va a describir el tipo de verificaciones que se pueden aplicar el desarrollo de previsiones en relación con las verificaciones previas a la puesta en servicio.

Para las verificaciones previas a la puesta en servicio de la instalación, deberá ser realizada por una empresa instaladora, autorizada por la empresa. Pero sin embargo, para llevar a cabo las inspecciones en las instalaciones eléctricas, lo harán Organismos de Control acreditados para este campo, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 2200/1995.

### **7.2.- OBJETO DE LA REBT. [2]**

El objetivo a cumplir este reglamento (REBT) es la recopilar la información sobre el mantenimiento que se establece en la fábrica como justificación de las instalaciones a las que se aplica. Entre esas informaciones están:

- Elaboración de la documentación técnica, ya sea en forma de proyecto o memoria para su ejecución y puesta en servicio de las instalaciones. Se exige también la entrega de una documentación al titular de la instalación, donde se incluyan características fundamentales como: planos, instrucciones, seguridad, etc.
- Establecer un cuadro de las inspecciones a realizar por organismos de control, en el caso de instalaciones cuya importancia se encuentra en la seguridad, sin quitar que los propietarios de las mismas deban mantenerlas en buen estado.
- Se aumente el número mínimo de circuitos eléctricos (interruptores, automáticos, etc.), lo que redundará en un mayor confort de las instalaciones.
- Se introduzcan nuevos tipos de instalaciones: las de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad, de acuerdo con las técnicas más utilizadas hoy en día.
- Establecer dos categorías: una categoría básica para la realización de instalaciones eléctricas más comunes, y una categoría especialista, que se encargue de las instalaciones que presenten principal importancia ante varios campos.
- Definir las figuras de los instaladores y empresas autorizadas para realizar el mantenimiento.
- El diseñador de la instalación podrá realizar ampliaciones ó modificaciones en las instalaciones, siempre y cuando se garanticen los objetivos mínimos de seguridad exigibles en cada momento.
- Quitar las normas preescritas de carácter técnico, con sus números de referencia, a fin de que cuando aparezcan las nuevas versiones del reglamento, se quede actualizado.

### **7.3.-ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LA REBT.**

Para cada uno de los equipos eléctricos es necesario realizar las operaciones de mantenimiento como la inspección y el control del mismo. Para ello se ha definido una ficha que corresponde siempre a la misma estructura tipo, que incluye características del equipo, su adecuación al uso, y así como los criterios de aceptación y rechazo acordes a las medidas a realizar.

Para ello se ha elaborado una ficha por cada equipo incluyendo la información siguiente:

- Aplicación del equipo: se indica de forma resumida, cual es la utilización prevista del equipo, indicando las mediciones que se pueden efectuar.
- Características técnicas: se incide en el campo de medida mínimo del equipo, así como su exactitud básica o especificaciones facilitadas por el fabricante. Las características indicadas tienen la consideración de mínimos, ya que la mayoría de los equipos disponibles en el mercado tienen características metrológicas mucho mejores que las indicadas.
- Requisitos de calibración: Se indican los puntos o campos de medida mínimos en los que se debe realizar la calibración con el objeto de garantizar que el equipo funciona adecuadamente para su uso. Teniendo en cuenta que las incertidumbres asociadas a la calibración serán mucho menores que la exactitud básica del equipo, se debería cumplir como criterio de aceptación del equipo que las desviaciones o errores obtenidos en la calibración fueran menores que la exactitud básica o especificación indicada en el apartado de características técnicas.
- Observaciones: Se indica, por ejemplo, la norma de referencia para la construcción del equipo, o aquellos casos en los que un mismo equipo multifunción puede desempeñar varias funciones asignadas generalmente a equipos distintos.

### **7.4.-VERIFICACIONES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS. [13]**

Para realizar las verificaciones de las instalaciones eléctricas se va a desarrollar distintos tipos de verificaciones para que lo efectúen los instaladores autorizados.

Para dicha verificación antes de su puesta en servicio, comprende dos fases: una primera fase que no requiere efectuar medidas y que se denomina verificación por examen, y una segunda fase que requiere la utilización de equipos de medida para los ensayos.

Se detalla esta verificación en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-19 y comprende tanto la verificación por examen como la verificación mediante medidas eléctricas. Adicionalmente la ITC-BT-18 establece las verificaciones a realizar en las puestas de tierra.

#### **7.4.1.-VERIFICACIÓN POR EXAMEN.**

Se efectúa en un conjunto de la instalación sin tensión y su función a desarrollar es de cumplir si el material eléctrico instalado permanentemente es conforme con las prescripciones establecidas en el proyecto o memoria técnica de diseño; Si el material ha sido elegido e instalado correctamente conforme a las prescripciones del Reglamento y del fabricante del material; Y que el material no presenta ningún daño visible que pueda afectar a la seguridad.

Los aspectos a tener en cuenta en este tipo de verificación son los siguientes:

- La existencia de medidas de protección contra los choques eléctricos por contacto de parte bajo tensión o contactos directos, como por ejemplo: el aislamiento de las partes activas.
- La existencia de medidas de protección contra choques eléctricos derivados del fallo de aislamiento de las partes activas de la instalación, es decir, contactos indirectos.
- La existencia y calibrado de los dispositivos de protección y señalización.
- La presencia de barreras cortafuegos y otras disposiciones que impidan la propagación del fuego, así como protecciones contra efectos térmicos.
- La utilización de materiales y medidas de protección apropiadas a las influencias externas.
- La existencia y disponibilidad de esquemas, advertencias e informaciones similares.
- La identificación de circuitos, fusibles, interruptores, bornes, etc.
- La correcta ejecución de las conexiones de los conductores.
- La accesibilidad para comodidad de funcionamiento y mantenimiento.

#### **7.4.2.-VERIFICACIÓN MEDIANTE MEDIDAS O ENSAYOS. [13]**

Las verificaciones descritas en las ITC-BT-18 y 19 son las siguientes:

1. Medida de continuidad de los conductores de protección.
2. Medida de la resistencia de puesta a tierra.
3. Medida de la resistencia de aislamiento de los conductores.
4. Medida de la resistencia de aislamiento de suelos y paredes, cuando se utilice este sistema de protección.
5. Medida de la rigidez dieléctrica.
6. Medida de las corrientes de fuga
7. Medida de la impedancia de bucle.
8. Comprobación de la intensidad de disparo de los diferenciales.
9. Comprobación de la secuencia de fases.

Ahora a continuación describiremos cada una de ellas y luego utilizaremos la más adecuada con arreglo a la verificación del elemento se trate.

#### **7.4.2.1.-MEDIDA DE CONTINUIDAD DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN Y DE LAS UNIONES EQUIPOTENCIALES PRINCIPALES Y SUPLEMENTARIAS.**

Los circuitos a comprobar no deben estar sometidos a tensión. Esta medida se efectúa mediante un megóhmetro, que aplicando una intensidad continua del orden de 200mA con cambio de polaridad y equipado con una fuente de tensión continua capaz de generar de 4 a 24 voltios de tensión continua en vacío. Si la medida se efectúa a dos hilos es necesario descontar la resistencia de los cables de conexión del valor de resistencia medido. En la Fig. 6 siguiente se muestra la medida del valor de la resistencia óhmica del conductor de protección que une dos bases de enchufe, mediante un polímetro y así comprobar la baja tensión.

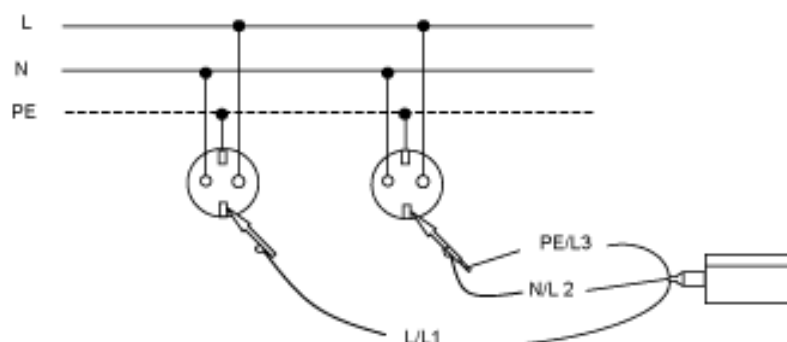


Fig. 6. Medida de la resistencia de un conductor de protección.

#### **7.4.2.2.-MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.**

En la ITC-BT-18 viene descrita la periodicidad y condiciones de esta medida. Esta medida tiene su importancia desde el punto de vista de la seguridad, debido a que cualquier instalación tiene que tener su toma de tierra comprobada por un instalador autorizado, antes de dar de alta la instalación para su puesta en marcha.

El personal técnico competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos una vez al año, y si es posible en la época que el terreno esté lo más seco posible. Para ello se medirá la resistencia de tierra y se reparará con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se podrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

Esta medida se efectúa mediante un telurómetro, que inyecta una intensidad de corriente alterna conocida, a una frecuencia superior a los 50 Hz, y mide la caída de tensión, de forma que el cociente entre la tensión medida y la corriente inyectada nos da el valor de la resistencia de puesta a tierra.

La conexión se efectúa a tres terminales tal y como se muestra en la Fig. 7, de forma que la intensidad se inyecta entre E y H, y la tensión se mide entre S y ES. El electrodo de puesta a tierra está representado por  $R_E$ , mientras que los otros dos electrodos hincados en el terreno son dos picas auxiliares de unos 30 cm de longitud que se suministran con el propio telurómetro. Los tres electrodos se deben situar en línea recta.

Durante la medida, el electrodo de puesta a tierra cuya resistencia a tierra ( $R_E$ ) se desea medir, debe estar desconectado de los conductores de puesta a tierra. La distancia entre la sonda

(S) y la pica auxiliar (H) debe ser al menos 20 metros. Los cables no se deben cruzar entre sí para evitar errores de medida por acoplamientos capacitivos.

La medida efectuada se puede considerar como correcta si cuando se desplaza la pica auxiliar (S) de su lugar de hincado un par de metros a la izquierda y derecha en la línea recta formada por los tres electrodos el valor de la resistencia medido no experimenta variación. En caso contrario es necesario ampliar la distancia entre los tres electrodos de medida hasta que se cumpla lo anterior.

Mediante los telurómetros que permiten la conexión a cuatro terminales, se puede medir también la resistividad del terreno.

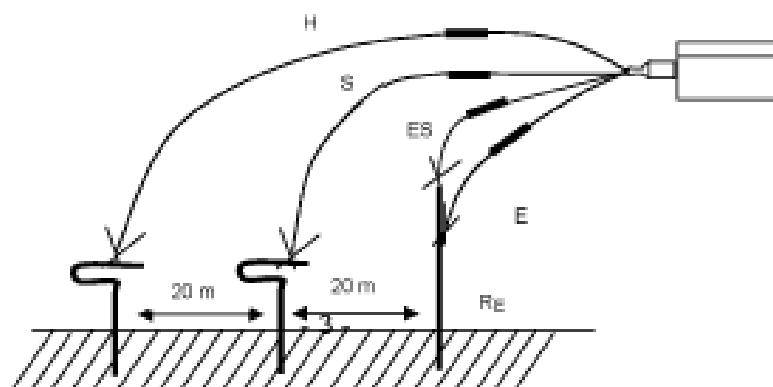


Fig. 7. Medida de la resistencia de puesta a tierra  $R_E$ .

#### 7.4.2.3.-MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla 1 siguiente:

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en corriente continua(V)	Resistencia de aislamiento ( $M\Omega$ )
Muy baja tensión de Seguridad (MBTS) Muy baja tensión de Protección (MBTP)	250	$\geq 0.25$
Inferior o igual a 500V, excepto caso anterior	500	$\geq 0.5$
Superior a 500V	1000	$\geq 0.1$

Tabla 1. Valores mínimos de resistencia de aislamiento de una instalación.

Este aislamiento se entiende para una instalación, en la cual, la longitud del conjunto de canalizaciones y cualquiera que sea el número de conductores que las componen no exceda de



100 metros. Cuando esta longitud exceda del valor anteriormente citado y pueda fraccionarse la instalación en partes de aproximadamente 100 metros de longitud, bien por seccionamiento, desconexión, retirada de fusibles o apertura de interruptores, cada una de las partes en que la instalación ha sido fraccionada debe presentar la resistencia de aislamiento que corresponda según la tabla 1 anterior.

Cuando no sea posible efectuar el fraccionamiento citado en tramos de 100 metros, el valor de la resistencia de aislamiento mínimo admisible será el indicado en la tabla 1, dividido por la longitud total de la canalización, expresada ésta última en unidades de hectómetros.

Si las masas de los aparatos receptores están unidas al conductor neutro (redes T-N), se suprimirán estas conexiones durante la medida, restableciéndose una vez terminada ésta.

Cuando la instalación tenga circuitos con dispositivos electrónicos, en dichos circuitos los conductores de fase y el neutro estarán unidos entre sí durante las medidas.

El aislamiento se medirá de dos formas distintas: en primer lugar entre todos los conductores del circuito de alimentación (fases y neutro) unidos entre sí con respecto a tierra (aislamiento con relación a tierra), y a continuación entre cada pareja de conductores activos. La medida se efectuará mediante un megóhmetro, que no es más que un generador de corriente continua, capaz de suministrar las tensiones de ensayo especificadas en la anterior con una corriente de 1mA para una carga igual a la mínima resistencia de aislamiento especificada para cada tensión.

Durante la primera medida, los conductores, incluido el conductor neutro o compensador, estarán aislados de tierra, así como de la fuente de alimentación de energía a la cual están unidos habitualmente. Es importante recordar que estas medidas se efectúan por tanto en circuitos sin tensión, o mejor dicho desconectados de su fuente de alimentación habitual, ya que en caso contrario se podría averiar el comprobador de baja tensión o megóhmetro. La tensión de prueba es la tensión continua generada por el propio megóhmetro.

La medida de aislamiento con relación a tierra, se efectuará uniendo a ésta el polo positivo del megóhmetro y dejando, en principio, todos los receptores conectados y sus mandos en posición “paro”, asegurándose que no existe falta de continuidad eléctrica en la parte de la instalación que se verifica; los dispositivos de interrupción intercalados en la parte de instalación que se verifica se pondrán en posición de “cerrado” y los cortacircuitos fusibles instalados como en servicio normal a fin de garantizar la continuidad eléctrica del aislamiento. Todos los conductores se conectarán entre sí incluyendo el conductor neutro o compensador, en el origen de la instalación que se verifica y a este punto se conectará el polo negativo del megóhmetro.

Cuando la resistencia de aislamiento obtenida resultara al valor mínimo que le corresponda, se admitirá que la instalación es, no obstante correcta, si se cumplen las siguientes condiciones:

- Cada aparato receptor presenta una resistencia de aislamiento por lo menos igual al valor señalado por la norma particular del producto que le concierna o en su defecto 0,5 MΩ.
- Desconectados los aparatos receptores, la resistencia de aislamiento de la instalación es superior a lo indicado anteriormente.

La segunda medida a realizar corresponde a la resistencia de aislamiento entre conductores polares, se efectúa después de haber desconectado todos los receptores, quedando los

interruptores y cortacircuitos fusibles en la misma posición que la señalada anteriormente para la medida del aislamiento con relación a tierra. La medida de la resistencia de aislamiento se efectuará sucesivamente entre los conductores tomados dos a dos, comprendiendo el conductor neutro o compensador.

Para las instalaciones que empleen muy baja tensión de protección (MBTP) o de seguridad (MBTS) se deben comprobar los valores de la resistencia de aislamiento para la separación de estos circuitos con las partes activas de otros circuitos, y también con tierra si se trata de MBTS, aplicando en ambos casos los mínimos de la tabla 1 anterior.

#### **7.4.2.4.-MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DE SUELOS Y PAREDES.**

Uno de los sistemas que se utiliza para la protección contra contactos indirectos en determinados locales y emplazamientos no conductores se basa en que, en caso de defecto de aislamiento básico o principal de las partes activas, se prevenga el contacto simultáneo con partes que puedan estar a tensiones diferentes, utilizando para ello suelos y paredes aislantes con una resistencia de aislamiento no inferior a:

- 50 K $\Omega$  si la tensión nominal de la instalación no es superior a 500 V.
- 100 K $\Omega$  si la tensión nominal de la instalación es superior a 500 V.

Estas medidas de resistencias de aislamiento tienen que aplicación singular en las ITC-BT-27 y 38.

Según la ITC-BT-27 las bañeras y duchas metálicas deben considerarse partes conductoras externas susceptibles de transferir tensiones, y por tanto deben conectarse equipotencialmente al conductor de protección al que se conectarán también la puesta a tierra de las bases de corriente, las partes conductoras accesibles de los equipos de clase 1 que estén instalados en los volúmenes de protección 1,2 y 3, así como cualquier otra canalización metálica que esté en el interior de estos volúmenes. Esta prescripción para bañeras y duchas metálicas no es aplicable si se demuestra que dichas partes están aisladas de la estructura y de otras partes del edificio, para lo cual la resistencia de aislamiento entre la superficie metálica de baños y duchas y la estructura del edificio debe ser como mínimo de 100 K $\Omega$ .

Otro caso particular es la ITC-BT-38 sobre instalaciones eléctricas en quirófanos y salas de intervención que establece que sus suelos serán del tipo antielectrostático y su resistencia de aislamiento no deberá exceder de 1M $\Omega$ , salvo que se asegure que un valor superior, pero siempre inferior a 100K $\Omega$ , no favorezca la acumulación de cargas electrostáticas peligrosas.

La resistencia de aislamiento se debe medir con un megóhmetro entre un electrodo de unas dimensiones especificadas que se apoya sobre el suelo o las paredes a medir y el conductor de protección de tierra de la instalación.

Para comprobar los valores anteriores deben hacerse al menos tres medidas en el mismo local, una de esas medidas estando situado el electrodo, aproximadamente a 1 m de un elemento conductor accesible en el local. Las otras dos medidas se efectuarán a distancias superiores. Esta serie de tres medidas debe repetirse para cada superficie importante del local.

Se utilizará para las medidas un megóhmetro capaz de suministrar en vacío una tensión de unos 500 voltios de corriente continua, (1000 voltios si la tensión nominal de la instalación es superior a 500 voltios). Se pueden utilizar dos electrodos de medida (tipo 1 o el tipo 2), aunque es recomendable utilizar el tipo 1.

El electrodo de medida tipo 1 está constituido por una placa metálica cuadrada de 250 mm de lado y papel o tela hidrófila mojada y escurrida de unos 270 mm de lado que se coloca entre la placa y la superficie a ensayar. Durante las medidas se aplica a la placa una fuerza de 750 N o 250 N según se trate de suelo o paredes, respectivamente.

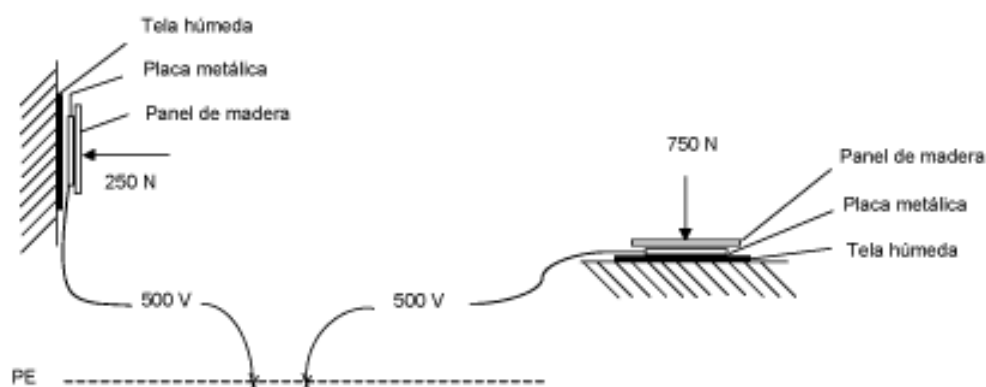


Fig.8. Medida de la resistencia de aislamiento de suelos o paredes.

El electrodo de medida tipo 2 está constituido por un triángulo metálico, donde los puntos de contacto con el suelo o pared están colocados próximos a los vértices de un triángulo equilátero. Cada una de las piezas de contacto que le sostiene, está formada por una base flexible que garantiza, cuando está bajo el esfuerzo indicado, un contacto íntimo con la superficie a ensayar de aproximadamente 900 mm<sup>2</sup>, presentando una resistencia inferior a 5 kΩ.

En este caso, antes de efectuar las medidas, la superficie a ensayar se moja o se cubre con una tela húmeda. Durante la medida, se aplica sobre el triángulo metálico una fuerza de 750 N o 250 N, según se trate de suelo o pared, respectivamente.

#### 7.4.2.5.- ENSAYO DIELECTRICO DE LA INSTALACIÓN.

Por lo que respecta a la rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  Voltios a frecuencia industrial (50 Hz), siendo  $U$  la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1.500 voltios. Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores incluido el neutro o compensador, con relación a tierra y entre conductores, salvo para aquellos materiales en los que se justifique que haya sido realizado dicho ensayo previamente por el fabricante. Este ensayo se efectúa mediante un generador alterna de 50 Hz capaz de suministrar la tensión de ensayo requerida.

Durante este ensayo los dispositivos de interrupción se podrán en la posición de “cerrado” y los cortacircuitos fusibles instalados como en servicio normal a fin de garantizar la

continuidad del circuito eléctrico a probar. Este ensayo no se realizará en instalaciones correspondientes a locales que presenten riesgo de incendio o explosión.

Durante este ensayo, la corriente suministrada por el generador, que es la que se fuga a tierra a través del aislamiento, no será superior para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### **6.4.2.6.- MEDIDA DE CORRIENTE DE FUGA.**

Además de la prueba de corriente de fuga del apartado anterior es conveniente efectuar para cada uno de los circuitos protegidos con interruptores diferenciales la medida de corrientes de fuga, a la tensión de servicio de la instalación y con los receptores conectados. Los valores medidos deben ser igualmente inferiores a la mitad de la sensibilidad de los interruptores diferenciales instalados para protección de cada uno de los circuitos. Mediante este método es posible detectar un circuito o la sensibilidad de los interruptores instalados para protección de cada uno de los circuitos.

Mediante este método es posible detectar un circuito o receptor que presente un defecto de aislamiento o que tenga una corriente de fugas superior a la de la sensibilidad de los interruptores diferenciales de la instalación, llegando en casos extremos a disparar el o los diferenciales de protección, en cuyo caso sería necesario puentearlos para poder localizar el circuito o receptor averiado.

La medida se efectúa mediante una tenaza amperimétrica de sensibilidad mínima de 1mA, que se coloca abrazando los conductores activos (de fase y el neutro), de forma que la tenaza mide la suma vectorial de las corrientes que pasan por los conductores que abraza, si la suma no es cero la instalación tiene una intensidad de fuga que circulará por los conductores de puesta a tierra de los receptores instalados aguas abajo del punto de medida. Este tipo de pinzas suelen llevar un filtro que nos permite hacer la medida a la frecuencia de red (50Hz) o para intensidades de alta frecuencia.

No hay que confundir la corriente de defecto con la corriente de fuga, ya que esta última se da en mayor o menor medida en todo tipo de receptores en condiciones normales de funcionamiento, sobre todo en receptores que lleven filtros para combatir interferencias, como los formados por condensadores conectados a tierra. Un ejemplo son los balastos electrónicos de alta frecuencia asociados a los tubos fluorescentes.

#### 7.4.2.7.- MEDIDA DE LA IMPEDANCIA DE BUCLE.

La medida del valor de la impedancia de bucle es necesaria para comprobar el correcto funcionamiento de los sistemas de protección basados en la utilización de fusibles o interruptores automáticos en sistemas de TN, e IT principalmente.

Estos sistemas de protección requieren determinar la intensidad de cortocircuito prevista fase tierra, para comprobar que para ese valor de intensidad de cortocircuito el tiempo de actuación del dispositivo de protección de máxima intensidad es menor que un tiempo especificado. Este tiempo depende del esquema de distribución utilizado y de la tensión nominal entre fase y tierra,  $U_0$ , de la instalación, tal y como se especifica en la ITC-BT-24.

$U_0$ (V)	Tiempos de interrupción (s)
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Tabla 2. Tiempos de interrupción máximos especificados para esquemas TN.

Tensión nominal de la instalación ( $U_0/U$ )	Tiempos de interrupción (s)	
	Neutro no distribuido	Neutro distribuido
230/400	0,4	0,8
400/690	0,2	0,4
580/1000	0,1	0,2

Tabla 3. Tiempos de interrupción máximos especificados para esquemas IT (después de un primer defecto).

Los parámetros que intervienen en estas comprobaciones son los siguientes:

$Z_S$  es la impedancia del bucle de defecto, incluyendo la de la fuente, la del conductor activo hasta el punto de defecto y la del conductor de protección, desde el punto de defecto hasta la fuente. Para el esquema TN de la siguiente Fig. 9 se tendría que:

$$Z_S = (R_1 + R_2) + j(XL_1 + XL_2)$$

$U_0$  es la tensión nominal entre fase y tierra, valor eficaz en corriente alterna.

$I_{cc}$  es la corriente prevista en cortocircuito a tierra ( $I_{cc} = U_0 / Z_S$ )

$I_a$  es la corriente de actuación del dispositivo de protección por máxima intensidad.

Se debe cumplir que la  $I_a \leq I_{cc}$ , además la característica tiempo-corriente del interruptor debe garantizar su actuación en tiempo inferiores a los establecidos en la tablas.

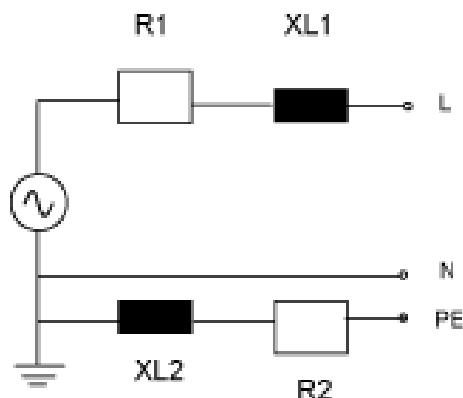


Fig. 9. Concepto de impedancia de bucle de una instalación.

Los medidores impedancia de bucle son instrumentos que miden directamente el valor de esta impedancia y que calculan mediante un procesador el valor de la intensidad de cortocircuito prevista. Durante este tipo de medidas es necesario puentear provisionalmente cualquier interruptor diferencial instalado aguas arriba del punto de prueba. Esta medida se debe efectuar con la instalación en tensión. Como estas medidas se efectúan a dos hilos es necesario a dos hilos es necesario descontar la resistencia de los cables de conexión de la medida.

Además de la medida de la impedancia de bucle entre fase y tierra (L-PE), también es posible mediante estos instrumentos determinar la impedancia de bucle entre cualquier fase y el conductor neutro (L-N) así como entre dos fases cualesquiera para instalaciones trifásicas.

El principio de funcionamiento de un medidor de impedancia de bucle consiste en cargar el circuito en el punto de prueba mediante una resistencia calibrada que se conecta durante un tiempo muy breve del orden de milisegundos, de forma que circula una intensidad conocida. El instrumento mide la tensión tanto antes como durante el tiempo que circula la corriente, siendo la diferencia entre ambas, la caída de tensión en el circuito ensayado, finalmente el cociente entre la caída de tensión y el valor de la intensidad de carga nos da el valor de la impedancia del bucle.

#### 7.4.2.8.- MEDIDA DE LA TENSIÓN DE CONTACTO Y COMPROBACIÓN DE LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

Cuando el sistema de protección contra los choques eléctricos está confiado a interruptores diferenciales, como es habitual cuando se emplean sistemas de distribución del tipo T-T se debe cumplir la siguiente condición:

$$R_A \cdot I_a \leq U$$

Donde:

$R_A$  es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

$I_a$  es la corriente diferencial residual asignada del diferencial.

$U$  es la tensión de contacto límite convencional (50, 24 V u otras, según los casos).

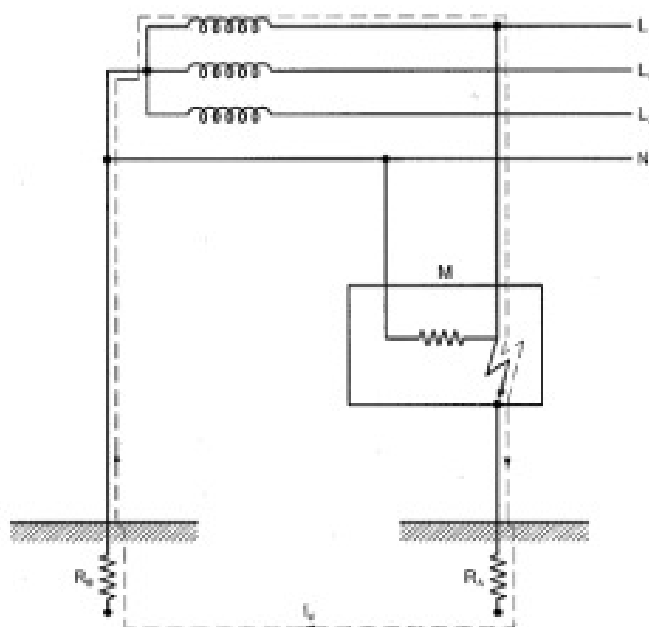


Fig. 10. Instalación TT con un defecto a tierra.

Para garantizar la seguridad de la instalación se tiene que dar dos condiciones: la primera que la tensión de contacto que se pueda presentar en la instalación en función de los diferenciales instalados sea menor que el límite convencional (50V o 24 V), y la segunda que los diferenciales funcionen correctamente.

a) Medida de la tensión de contacto:

En la práctica los medidores de impedancia de bucle que sirven también para medir el valor de la tensión de contacto no suelen ser capaces de medir únicamente el valor de la resistencia  $R_A$ , sino que miden el valor de la impedancia de todo el bucle indicado en la Fig. 10, incluyendo la resistencia de tierra del centro de transformación ( $R_B$ ), de forma que se obtiene un valor superior al valor buscado de  $R_A$ .

Finalmente el medidor multiplica este valor por la intensidad asignada del interruptor diferencial que nosotros hayamos seleccionado para obtener así la tensión de contacto:

$$U_C = Z_S \cdot I_a$$

Donde:

$U_C$  es la tensión de contacto calculada por el medidor.

$Z_S$  impedancia de bucle de defecto (mayor que la resistencia de puesta a tierra  $R_A$ )

$I_a$  intensidad diferencial asignada que hemos programado en el medidor.

Como la impedancia de bucle es siempre mayor que la de la puesta a tierra el valor de la tensión de contacto medida siempre será mayor que el valor real y estaremos del lado de la seguridad. Obviamente la instalación es segura si la tensión de contacto medida es menor que la tensión de contacto límite convencional.

#### b) Comprobación de los interruptores diferenciales:

La comprobación de diferenciales requiere de un aparato capaz de inyectar a través del diferencial bajo prueba una corriente de fugas especificada y conocida que según su valor deberá hacer disparar al diferencial. Para hacer la prueba el comprobador se conecta en cualquier base de enchufe aguas abajo del diferencial en ensayo, estando la instalación en servicio. Además cuando dispare el diferencial el comprobador debe ser capaz de medir el tiempo que tardó en disparar desde el instante en que se inyectó la intensidad de fugas.

Normalmente estos equipos inyectan una corriente senoidal, pero para comprobar algunos diferenciales especiales a veces es necesario también que sean capaces de inyectar corriente alterna rectificada de media onda o una corriente continua.

Las pruebas habituales para comprobar el funcionamiento de un diferencial del tipo general son las siguientes:

- Se inyecta una intensidad mitad de la intensidad diferencial residual asignada, con un ángulo de fase de corriente respecto de la onda de tensión de  $0^0$ , y el diferencial no se debe disparar.
- Se repite la prueba anterior con un ángulo de fase de  $180^0$  diferencial no se debe disparar.
- Se inyecta una intensidad igual la intensidad diferencial residual asignada, con un ángulo de fase de corriente respecto de la onda de tensión de  $0^0$  y el diferencial debe disparar en menos de 200 ms.
- Se repite la prueba anterior con un ángulo de fase de  $180^0$  y el diferencial debe disparar en menos de 200 ms.
- Se inyecta una intensidad igual al doble de la intensidad diferencial residual asignada, con un ángulo de fase de corriente respecto de la onda de tensión de  $0^0$ , y el diferencial debe disparar en menos de 150 ms.
- Se repite la prueba anterior con un ángulo de fase de  $180^0$  y el diferencial debe disparar en menos de 150 ms.
- Se inyecta una intensidad igual a cinco veces la intensidad diferencial residual asignada, con un ángulo de fase de corriente respecto de la onda de tensión de  $0^0$ , y el diferencial debe disparar en menos de 40 ms.
- Se repite la prueba anterior con un ángulo de fase de  $180^0$  y el diferencial debe disparar en menos de 40 ms.

Para los diferenciales selectivos del tipo S las pruebas tienen otros límites de aceptación.



#### **7.4.2.9.- COMPROBACIÓN DE LA SECUENCIA DE FASES.**

Esta comprobación se efectúa mediante un equipo específico o utilizando un comprobador multifunción de baja tensión que tenga esta capacidad. Esta medida es necesaria, por ejemplo, si se van a conectar motores trifásicos, de forma que se asegure que la secuencia de fases es directa antes de conectar el motor.

#### **7.5.- INSPECCIONES. [1] y [24]**

Las instalaciones eléctricas en baja tensión de especial relevancia que se citan a continuación, deberán ser objeto de inspección por un Organismo de Control Autorizado (OCA), a fin de asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento reglamentario a lo largo de la vida de dichas instalaciones.

Las inspecciones podrán ser iniciales (antes de la puesta en servicio de las instalaciones) ó periódicas.

Los organismos de control son entidades que se constituyen con la finalidad de verificar el cumplimiento de carácter obligatorio de las condiciones de seguridad de productos e instalaciones industriales, establecidas por los Reglamentos de Seguridad Industrial, mediante certificación, ensayo, inspección o auditoría.

Para poder ser autorizados a ejercer sus actividades, los organismos de control precisarán de su acreditación previa por una entidad de acreditación (ENAC), y además deberán asegurar su imparcialidad, independencia e integridad. Las actividades de la entidad y de su personal son incompatibles con cualquier vinculación técnica, comercial, financiera o de cualquier otro tipo que pudiera afectar a su independencia e influenciar el resultado de sus actividades.

ENAC es un organismo designado por la Administración para establecer y mantener el sistema de acreditación a nivel nacional, de acuerdo a normas internacionales, siguiendo en todo momento las políticas y recomendaciones establecidas por la Unión Europea.

##### **7.5.1.- INSPECCIONES INICIALES.**

Serán objeto de inspección, una vez ejecutadas las instalaciones, sus ampliaciones o modificaciones de importancia y previamente a ser documentadas ante el Órgano competente de la Comunidad Autónoma, las siguientes instalaciones:

- Instalaciones industriales que precisen proyecto, con una potencia instalada superior a 100 KW.
- Locales de Pública Concurrencia.
- Locales con riesgo de incendio o explosión, de clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas.
- Locales mojados con potencia instalada superior a 25 KW.
- Piscinas con potencia instalada superior a 10 KW.
- Quirófanos y salas de intervención.
- Instalaciones de alumbrado exterior con potencia instalada superior a 5 KW.

### **7.5.2.- INSTALACIONES PERIÓDICAS.**

Serán objeto de inspección periódica, cada 5 años, todas las instalaciones eléctricas en baja tensión que precisaron inspección inicial, según el punto 7.5.1 anterior, y cada 10 años, las comunes de edificios de viviendas de potencia total instalada superior a 100 KW.

### **7.5.3.- PROCEDIMIENTO.**

Los Organismos de Control realizarán la inspección de las instalaciones sobre la base de las prescripciones que establezca el Reglamento de aplicación y, en su caso, de lo especificado en la documentación técnica, aplicando los criterios para la clasificación de defectos que se relacionan en el apartado siguiente. La empresa instaladora, si lo estima conveniente, podrá asistir a la realización de estas inspecciones.

Como resultado de la inspección, el Organismo de Control emitirá un Certificado de Inspección, en el cual figurarán los datos de identificación de la instalación y la posible relación de defectos, con su clasificación, y la calificación de la instalación, que podrá ser: favorable, condicionada o negativa.

#### **7.5.3.1.- FAVORABLE.**

Cuando no se determine la existencia de ningún defecto muy grave o grave. En este caso, los posibles defectos leves se anotarán para constancia del titular, con la indicación de que deberá poner los medios para subsanarlo antes de la próxima inspección; Asimismo, podrán servir de base a efectos estadísticos y de control del buen hacer de las empresas instaladoras.

#### **7.5.3.2.-CONDICIONADA.**

Cuando se detecte la existencia de, al menos, un defecto grave o defecto leve procedente de otra inspección anterior que no se haya corregido. En este caso:

- a) Las instalaciones nuevas que sean objeto de esta calificación no podrán ser suministradas de energía eléctrica en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de favorable.
- b) A las instalaciones ya en servicio se les fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los 6 meses. Transcurrido dicho plazo sin haberse subsanado los defectos, el Organismo de Control deberá remitir el Certificado con la calificación negativa competente de la Comunidad Autónoma.

#### **7.5.3.3.- NEGATIVA.**

Cuando se observe, al menos, un defecto muy grave. En este caso:

- a) Las nuevas instalaciones no podrán entrar en servicio, en tanto no se hayan corregido y puedan obtener la calificación de favorable.
- b) A las instalaciones ya en servicio se les emitirá Certificado negativo, que se remitirá inmediatamente al Órgano competente de la Comunidad Autónoma.

#### **7.5.4.-CLASIFICACIÓN DE DEFECTOS.**

Los defectos en las instalaciones se clasificarán en: defectos muy graves, defectos graves y defectos leves.

##### **7.5.4.1.- DEFECTO MUY GRAVE.**

Es todo aquél que la razón o la experiencia determina que constituye un peligro inmediato para la seguridad de las personas o los bienes.

Se consideran tales los incumplimientos de las medidas de seguridad que pueden provocar el desencadenamiento de los peligros que se pretenden evitar con tales medidas, en relación con:

- Contactos directos, en cualquier tipo de instalación.
- Locales de pública concurrencia.
- Locales con riesgo de incendio o explosión.
- Locales de características especiales.
- Instalaciones con fines especiales.
- Quirófanos y salas de intervención.

##### **7.5.4.2.- DEFECTO GRAVE.**

Es el que no supone un peligro inmediato para la seguridad de las personas o de los bienes, pero puede serlo al originarse un fallo en la instalación. También se incluye dentro de esta clasificación, el defecto que pueda reducir de modo sustancial la capacidad de utilización de la instalación eléctrica.

Dentro de este grupo y con carácter no exhaustivo, se consideran los siguientes defectos graves:

- Falta de conexiones equipotenciales, cuando éstas fueran requeridas.
- Inexistencias de medidas adecuadas de seguridad contra contactos indirectos.
- Falta de aislamiento de la instalación.
- Falta de protección adecuada contra cortacircuitos y sobrecargas en los conductores, en función de la intensidad máxima admisible en los mismos, de acuerdo con sus características y condiciones de instalación.
- Falta de continuidad de los conductores de protección.
- Valores elevados de resistencias de tierra en relación con las medidas de seguridad adoptadas.
- Defectos en la conexión de los conductores de protección a las masas, cuando estas conexiones fueran preceptivas.
- Sección insuficiente de los conductores de protección.
- Existencia de partes o puntos de la instalación cuya defectuosa ejecución pudiera ser origen de averías o daños.
- Naturaleza o características no adecuadas de los conductores utilizados.
- Falta de sección de los conductores, en relación con las caídas de tensión admisibles para las cargas previstas.

- Falta de identificación de los conductores “neutro” y de “protección”.
- Empleo de materiales, aparatos o receptores que no se ajusten a las especificaciones vigentes.
- Ampliaciones o modificaciones de una instalación que no se hubieran tramitado según lo establecido en la ITC-BT-04.
- Carencia del número de circuitos mínimos estipulados.
- La sucesiva reiteración o acumulación de defectos leves.

#### 7.5.4.3.- DEFECTO LEVE.

Es todo aquel que no supone peligro para las personas o los bienes, no perturba el funcionamiento de la instalación y en el que la desviación respecto de lo reglamentado no tiene valor significativo para el uso efectivo o el funcionamiento de la instalación.

#### 7.5.4.4.- CUADRO RESUMEN. [26]

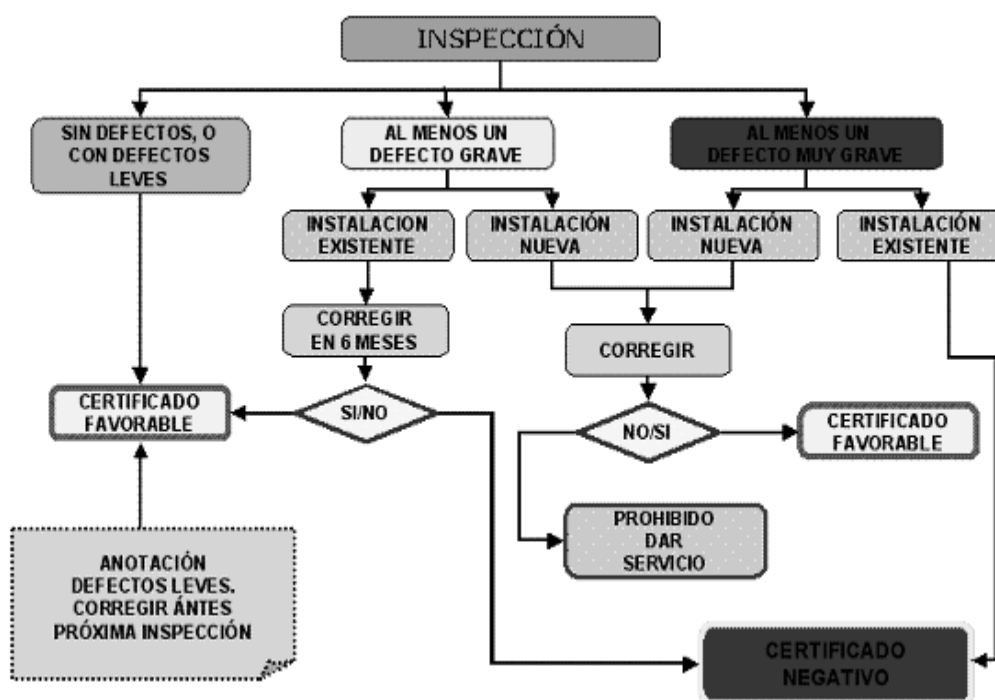


Fig. 11. Organigrama del procedimiento de una OCA.

## **7.6.- MANTENIMIENTO ELÉCTRICO APLICADO A LA FÁBRICA.**

La necesidad de tener un mantenimiento en unas instalaciones eléctricas se multiplica en función de los daños que podrían ocasionar en maquinaria y a personas.

Su revisión debe efectuarse con una periodicidad establecida en un proyecto de la instalación, adecuándola en todo momento, a las especiales características de utilización, ubicación, etc.

También se establece un cuadro de inspecciones por organismos de control, en el caso de instalaciones cuya seguridad ofrece particular relevancia, sin obviar que los titulares de las mismas deben mantenerlas en buen estado.

### **7.6.1.- TIPOS DE MANTENIMIENTO.**

Existen cuatro tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados, así tenemos:

- Mantenimiento correctivo (MC).
- Mantenimiento preventivo (MP)
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento proactivo.

#### **7.6.1.1.-MANTENIMIENTO CORRECTIVO (MC).**

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento reactivo”, tiene lugar después de que ocurre un fallo o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso si no se produce ningún fallo, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores.

Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado.
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

### **7.6.1.2.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP).**

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos. Presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo siguiente un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios “a la mano”.
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

### **7.6.1.3.- MANTENIMIENTO PREDICTIVO.**

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicación de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo.

Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado. Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo:

- Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones)
- Endoscopia (para poder ver lugares ocultos)
- Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros)
- Termovisión (detección de condiciones a través del calor desplegado)
- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.)

#### **7.6.1.4.- MANTENIMIENTO PROACTIVO.**

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar concientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento.

Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el plan estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

#### **7.6.2.-NORMAS BÁSICAS.**

Vamos a detallar unos consejos básicos y generales que hay que tener en cuenta antes de ponerse a realizar labores de mantenimiento:

- Planificar el tipo de trabajo (MP o MC) con antelación a una parada y desconexión del sistema eléctrico, solicitando permisos y efectuando todos los avisos necesarios.
- Recopilar información técnica relativa a la instalación y a los cuadros eléctricos.
- Revisar todo el protocolo de seguridad necesario, incluyendo equipos necesarios: puestas a tierra, señalizaciones, EPI's, etc.
- Seleccionar el personal necesario para la tarea de mantenimiento entre los capacitados para ello, así como los medios materiales y herramientas, vehículos, grúas, etc.

#### **7.6.3.- MATERIALES E INSTRUMENTOS DE MEDIDA.**

- Linternas (de mano o de llevar en la cabeza)
- Epi's (guantes, gafas, botas de seguridad)
- Herramienta de electricista: Alicates (normal y corte) con aislamiento, destornilladores con aislamiento, tijeras, peladores de cable.
- Accesorios (clemas, terminales, etc.)
- Material eléctrico (fusibles, interruptores, automáticos, diferenciales, fotocélulas, bocinas, lámparas, bombillas, pulsadores, cable de diferentes secciones, mangueras eléctricas, etc.)
- Aparatos de medida (polímetro, megóhmetro, telúmetro, detector de giro, lápices de tensión, detector de metales, pinza amperimétrica, cámara infrarroja)
- Escaleras simple (un tramo) y de tijera.

#### **7.6.4.- TAREAS DE MANTENIMIENTO.**

Analizando lo descrito en el Reglamento Electrotécnico, organizaremos un plan de mantenimiento con arreglo a los diversos sistemas que se compone la instalación. Entre las tareas que a continuación se van a describir, separaremos dos tipos de mantenimiento aplicados en la fábrica a aplicar: el preventivo y el correctivo.

El resto de mantenimientos los descartamos, debido a que el mantenimiento predictivo necesita de programas soporte y equipos de medida bastante caros. Y el mantenimiento proactivo también lo descartamos por aplicarse a empresas pequeñas con poco personal, en la que todos los miembros deben intentar ayudar a afrontar una avería. En esta fábrica en cuestión, se tiene en cuenta con un departamento de Mantenimiento y con operarios cualificados para las intervenciones de mantenimiento, ya sean para el mantenimiento correctivo o preventivo.

Para ello vamos a desarrollar una serie de labores correspondientes al mantenimiento eléctrico bajo el punto de vista de la REBT a los que adecuaremos una fecha de revisión, según su uso e importancia dentro de la empresa.

También habrá que tener en cuenta de las inspecciones que se tienen que realizar por un Organismo de Control Autorizado (OCA) cada 5 años, para comprobar que se cumplen las prescripciones de seguridad marcadas en el Reglamento, y se mantienen en buen estado a lo largo de su vida. Esta inspección es realizada por técnicos cualificados, en compañía del personal que realice el mantenimiento de la fábrica.

En cuanto a las actuaciones de los organismos de control se refiere, estos deberán asegurarse de que las condiciones de seguridad de las instalaciones, productos, equipos o procesos a evaluar cumplen los requisitos establecidos en los reglamentos.



**7.6.4.1.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR VERIFICACIONES A EXAMINAR.**

<b>Tareas a realizar</b>	<b>Frecuencia</b>
Comprobación de interruptores (on/off) de alumbrado y máquinas.	Mensual
Reapriete de todos los terminales de los automáticos, diferenciales y uniones.	Mensual
Sustitución de clemas/uniones derretidas por calor.	Mensual
Sanear conexiones sin aislamiento.	Mensual
Limpieza de los cuadros eléctricos y orden de cables.	3 meses
Comprobación visual del estado del cuadro eléctrico.	3 meses
Comprobación visual de consumos de las líneas RST en los cuadros de distribución.	3 meses
Comprobación de consumos con respecto a la medida del interruptor diferencial.	3 meses
Control de disparo de interruptores diferenciales (pulsar T “test”)	3 meses
Comprobación de fusibles, pilotos de señalización y alarma. Sustitución de los elementos eléctricos	3 meses
Comprobación de estado y maniobra de contactores.	3 meses
Comprobación de calentamientos anormales en los cuadros eléctricos	6 meses
Ordenar y contabilizar el material eléctrico.	6 meses

Tabla 4. Tareas de mantenimiento preventivo a examinar

Este tipo de mantenimiento preventivo lo realizarán los operarios cualificados para tal revisión, siempre con el consentimiento de su encargado.

Mediante las órdenes de trabajo del mantenimiento preventivo, que rellenarán los operarios de realizar las labores de mantenimiento anteriormente descritas, se hará su posterior revisión por el encargado de Mantenimiento.

En cada una de estas órdenes se debe rellenar todos los datos en la orden, como: ubicación, fecha, número de orden de trabajo, operario, horas de mantenimiento, incidencias, materiales, etc.

Después de esta orden rellena se consultará de las incidencias encontradas, para generar una orden de trabajo de tipo correctivo.

**7.6.4.2.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VERIFICACIONES POR MEDIDA.**

<b>Mantenimiento preventivo</b>	<b>Tarea a realizar</b>	<b>Frecuencia</b>
Consumos generales en las líneas R, S, T y N.	Medir los desfases de consumos de corriente entre las líneas	6 meses
Tensiones RS, ST, RT, RN, SN, TN y N-Tierra	Medir las tensiones de líneas	6 meses
Resistencia conductor protección de las conexiones a equipos.	Medir la resistencia del conductor de protección, como se explica en el apartado 6.4.2.1	anual
Resistencia de puesta a tierra de edificios	Medir la resistencia de puesta a tierra, como se explica en el apartado 6.4.2.2	anual (en verano)
Resistencia de aislamiento de una instalación.	Medir la resistencia de aislamiento, como se explica en el apartado 6.4.2.3	anual
Resistencia aislamiento de suelos y paredes.	Medir la resistencia de aislamiento, como se explica en el apartado 6.4.2.4	anual
Ensayo dieléctrico de la instalación	Medir la corriente de fuga, como se explica en el apartado 6.4.2.5	anual
Corriente de fuga	Medir la corriente, como se explica en el apartado 6.4.2.6	anual
Impedancia de bucle	Medir la resistencia, como se explica en el apartado 6.4.2.7	anual
Tensión de contacto y comprobación de interruptores diferenciales	Medir la resistencia, como se explica en el apartado 6.4.2.8	anual
Secuencia de fases	Medir la resistencia, como se explica en el apartado 6.4.2.9	anual

Tabla 5. Tareas de mantenimiento preventivo a medir

En este tipo de mantenimiento preventivo lo realizarán los operarios cualificados para tal revisión, con la colaboración del encargado de mantenimiento. Para ello se rellenará la orden de trabajo con cada una de las medidas encontradas, anotando todas las medidas para su estudio posterior.

El encargado dará validez a lo medido al comprobarlo con los valores que debería haber dado, contemplando su tolerancia.

En cada una de estas órdenes se debe rellenar todos los datos en la orden, como: ubicación, fecha, número de orden de trabajo, operario, horas de mantenimiento, incidencias, materiales, etc.

Después de esta orden rellena se consultará de las incidencias encontradas, para generar una orden de trabajo de tipo correctivo.

#### 7.6.4.3.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR EL ORGANISMO DE CONTROL AUTORIZADO (OCA).

Este Organismo revisará las siguientes labores para que la instalación cumpla la normativa vigente.

Tareas a realizar	Frecuencia
Acometidas, cuadro de contadores y suministros de emergencia.	5 años
Resistencia de aislamiento de la instalación interior entre conductor y tierra y entre dos conductores	
Continuidad de conexiones equipotenciales entre masas y conductores, así como el conductor de protección, en baños, aseos y obras realizadas en las que se han producido corte de conductores.	
Cuadros eléctricos: general y secundarios.	
Canalizaciones y cableados.	
Alumbrados: normal y de emergencia	
Puesta a tierra de la instalación	
Inspección visual del estado frente a la corrosión de todas las conexiones y la continuidad de la línea principal puesta a tierra	
Protección contra contactos directos e indirectos	
Dispositivos de protección de circuitos	
Elementos generales de la instalación.	
Señalización	
Protección contra incendios	

Tabla 6. Tareas de mantenimiento preventivo por el Organismo de Control

Según el informe que presente el Organismo de Control, sobre las incidencias que se hayan encontrado, emitirá un plazo para subsanar todo lo que estuviera reflejado.

Si la evaluación es negativa, deberán emitir el acta, informe o certificado correspondiente indicando el plazo para la corrección si procede.

De no ser así, dicho Organismo procedería en una sanción que podría provocar el corte de suministro eléctrico en la fábrica, por no pasar la inspección, y mandando copia al Ministerio de Industria y Energía.



**7.6.5.-PLANIFICACIÓN.**

<b>OPERACIONES DE TRABAJO</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SEPTIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	
Comprobación de interruptores (on/off) de alumbrado y máquinas.	1M													VERIFICACIONES A EXAMINAR
Reapriete de todos los terminales de los automáticos, diferenciales y uniones.	1M													
Sustitución de clemas/uniones derretidas por calor.	1M													
Sanear conexiones sin aislamiento.	1M													
Limpieza de los cuadros eléctricos y orden de cables.	3M													
Comprobación visual del estado del cuadro eléctrico.	3M													
Comprobación visual de consumos de las líneas RST en los cuadros de distribución.	3M													
Comprobación de consumos con respecto a la medida del interruptor diferencial.	3M													
Control de disparo de interruptores diferenciales (pulsar T “test”)	3M													
Comprobación de fusibles, pilotos de señalización y alarma. Sustitución	3M													
Comprobación de estado y maniobra de contactores.	3M													
Comprobación de calentamientos anormales en los cuadros eléctricos	6M													
Ordenar y contabilizar el material eléctrico.	6M													

Tabla 7. Verificaciones a examinar

OPERACIONES DE TRABAJO	Frecuencia	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Consumos generales en las líneas R, S, T y N.	6M													VERIFICACIONES A MEDIR
Tensiones RS, ST, RT, RN, SN, TN y N-Tierra	6M													
Resistencia conductor protección de las conexiones a equipos.	12M													
Resistencia de puesta a tierra de edificios	12M													
Resistencia de aislamiento de una instalación.	12M													
Resistencia aislamiento de suelos y paredes.	12M													
Ensayo dieléctrico de la instalación	12M													
Corriente de fuga	12M													
Impedancia de bucle	12M													
Tensión de contacto y comprobación de interruptores diferenciales	12M													
Secuencia de fases	12M													

Tabla 8. Verificaciones a medir

	Operación a realizar.
	No operativo

#### **7.6.6.- REGISTRO.**

Una vez que el mantenimiento se ha realizado con éxito, se pasa a un soporte informático de mantenimiento, para tener constancia de lo ocurrido. Aquí se detallará el personal que realizó el mantenimiento, horas de realización, material utilizado, medidas realizadas, día de la intervención, ubicación, etc.

Este material histórico es un objetivo principal para la empresa, para poder ahorrar costes en material eléctrico y prever daños que ocurren con cierta frecuencia. Así se puede saber cuando viene bien realizar paradas de producción y realizar el mantenimiento correspondiente, sin que afecte al mismo.

En el caso resolutivo de la inspección realizada por la OCA, se deberán añadir las incidencias encontradas y cuando subsanadas en el sistema, para ver si es un caso reincidente y hay que tomar otro tipo de vía para subsanar el error. Si es positiva la resolución, también se hace constar en el sistema informático.

## **8.- REGLAMENTO PARA CENTRALES TRANSFORMADORAS (RCE). [16]**

Para aplicar el mantenimiento a las centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, haremos uso del reglamento aplicado en el Real Decreto 3275/1982, del 12 de noviembre, donde se aprueban condiciones técnicas y garantías de seguridad. Se aplicará para todos aquellos que su tensión de trabajo sea superior a los 1000 voltios.

El Ministerio de Industria y Energía aprueba el 6 de julio de 1984 las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), denominadas MIE-RAT, y demás disposiciones precisas para el desarrollo y aplicación del Reglamento. Las 20 Instrucciones incluyen la normativa técnica, que en estos momentos, se considera aplicable a las instalaciones eléctricas a que se refiere el citado Reglamento.

Una central transformadora o sistema de distribución de energía eléctrica es un subsistema del sistema eléctrico de potencia, donde su función es el suministro de energía desde la subestación de distribución hasta los usuarios finales (contador eléctrico del cliente).

Los elementos que conforman la red o sistema de distribución son los siguientes:

- Subestación de Distribución de casitas: conjunto de elementos (transformadores, interruptores, seccionadores, etc.) cuya función es reducir los niveles de alta tensión de las líneas de transmisión, hasta niveles de media tensión para su ramificación en múltiples salidas.
- Circuito Primario y el circuito Secundario.

### **8.1.-INTRODUCCIÓN AL RCE.**

La distribución de la energía eléctrica desde las subestaciones de transformación de la red de transporte se realiza en dos etapas.

La primera está constituida por la red de reparto, que, partiendo de las subestaciones de transformación, reparte la energía, normalmente mediante anillos que rodean los grandes centros de consumo, hasta llegar a las estaciones transformadoras de distribución.

Las tensiones utilizadas están comprendidas entre 25 y 132 kV. Intercaladas en estos anillos están las estaciones transformadoras de distribución, encargadas de reducir la tensión desde el nivel de reparto al de distribución en media tensión.

La segunda etapa la constituye la red de distribución propiamente dicha, con tensiones de funcionamiento de 3 a 30 kV y con una característica muy radial. Esta red cubre la superficie de los grandes centros de consumo (población, gran industria, etc.), uniendo las estaciones transformadoras de distribución con los centros de transformación, que son la última etapa del suministro en media tensión, ya que las tensiones a la salida de estos centros es de baja tensión (125/220 ó 220/380 V).

Las líneas que forman la red de distribución se operan de forma radial, sin que formen mallas, al contrario que las redes de transporte y de reparto. Cuando existe una

avería, un dispositivo de protección situado al principio de cada red lo detecta y abre el interruptor que alimenta esta red.

La localización de averías se hace por el método de "prueba y error", dividiendo la red que tiene la avería en dos mitades y energizando una de ellas; a medida que se acota la zona con avería, se devuelve el suministro al resto de la red. Esto ocasiona que en el transcurso de localización se pueden producir varias interrupciones a un mismo usuario de la red.

## **8.2.-OBJETIVO DE LA RCE.**

El presente Reglamento tiene por objeto establecer las condiciones y garantías técnicas a que han de someterse las instalaciones eléctricas de más de 1.000 voltios para:

- Proteger las personas, la integridad y funcionalidad de los bienes que pueden resultar afectados por las mismas instalaciones.
- Conseguir la necesaria regularidad en los suministros de energía eléctrica.
- Establecer la normalización precisa para reducir la extensa tipificación que existe en la fabricación de material eléctrico.
- La óptima utilización de las inversiones, a fin de facilitar, desde el proyecto de las instalaciones, la posibilidad de adaptarlas a futuros aumentos de carga racionalmente previsibles.

## **8.3.-ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL RCE. [20]**

Las normas y prescripciones técnicas del presente Reglamento e Instrucciones Técnicas Complementarias serán de aplicación para las instalaciones de corriente alterna, cuya tensión nominal eficaz sea superior a 1000V, entre dos conductores cualesquiera, con frecuencia de servicio inferiores a 100 Hz.

A efectos de este Reglamento se consideran incluidas todas las instalaciones eléctricas de conjuntos o sistemas de elementos, componentes, estructuras, aparatos, máquinas y circuitos de trabajo entre límites de tensión y frecuencia especificados en el párrafo anterior, que se utilicen para la producción y transformación de la energía eléctrica o para la realización de cualquier otra transformación energética con intervención de la energía eléctrica.

No será de aplicación este Reglamento a las líneas de alta tensión, ni a cualquier otra instalación que dentro de su campo de aplicación se rija por una reglamentación específica, salvo las instalaciones eléctricas de centrales nucleares que quedan sometidas a las prescripciones de este Reglamento y además a su normativa específica.



#### **8.4.- DISPOSICIONES GENERALES. [4]**

##### **8.4.1.-CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

Las instalaciones eléctricas incluidas en este Reglamento se clasificarán en las categorías siguientes:

- Primera categoría: Las de tensión nominal superior a 66 kV.
- Segunda categoría: Las de tensión nominal igual o inferior a 66 kV. y superior a 30 kV.
- Tercera categoría: Las de tensión nominal igual o inferior a 30 kV. y superior a 1 kV.

Si en la instalación existen circuitos o elementos en los que se utilicen distintas tensiones, el conjunto del sistema se clasificará, a efectos administrativos, en el grupo correspondiente al valor de la tensión nominal más elevada.

Cuando en el proyecto de una nueva instalación se considere necesaria la adopción de una tensión nominal superior a 380kV, el Ministerio de Industria y Energía establecerá la tensión que deba autorizarse.

##### **8.4.2.-FRECUENCIA DE LA RED ELÉCTRICA NACIONAL.**

La frecuencia nominal obligatoria para la red eléctrica de servicio público es de 50 Hz.

##### **8.4.3.-COMPATIBILIDAD CON OTRAS INSTALACIONES.**

Toda instalación de más de 1000V debe estar dotada de los elementos necesarios y con el calibrado y regulación conveniente para que su explotación e incidencias no produzcan perturbaciones anormales en el funcionamiento de instalaciones ajenas.

Los sobredimensionamientos y modificaciones impuestos a una parte para corregir este tipo de problemas, como consecuencia de cambios realizados por propietarios de otras instalaciones serán costeados por el causante de la perturbación.

##### **8.4.4.-PERTURBACIONES EN LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES Y SIMILARES.**

Las instalaciones eléctricas de más de 1000V, cuyo funcionamiento produzca, o pueda producir, perturbaciones en el funcionamiento de sistemas de comunicaciones, señalización, control, transmisión de datos o similares, deberán estar dotadas de los dispositivos correctores que, en cada caso, se preceptúe.

#### **8.4.5.- NORMAS DEL CTE.**

Los materiales, aparatos, máquinas, conjuntos y subconjuntos, integrados en los circuitos de las instalaciones eléctricas de más de 1000V, a las que se refiere este Reglamento, cumplirán las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que les sean de aplicación y que establezca como de obligado cumplimiento el Ministerio de Industria y Energía.

Cuando no esté declarada de obligado cumplimiento ninguna norma o especificación técnica que se refiera a un elemento determinado de la instalación, el Ministerio de Industria y Energía podrá señalar, en cada caso, la norma que deba ser de aplicación. En su defecto, el proyectista propondrá y justificará las normas o especificaciones cuya aplicación considere más idónea para las partes fundamentales de la instalación de que se trate.

En aquellos casos en los que la aplicación estricta de las normas reglamentarias no permita una solución óptima a un problema o se prevea utilizar otros sistemas, el proyectista de la instalación deberá justificar las variaciones necesarias. El Ministerio de Industria y Energía podrá autorizar los valores o condiciones no concordantes con lo establecido en este Reglamento.

Igualmente, el Ministerio podrá exigir los ensayos que considere necesarios relativos a cualquier componente de la instalación, practicados por el Laboratorio nacional o extranjero que a estos efectos designe el mismo Ministerio.

Las Empresas suministradoras de energía eléctrica podrán proponer especificaciones que fijen las condiciones técnicas que deban reunir aquellas partes de instalaciones de los consumidores que tengan incidencia apreciable en la seguridad, funcionamiento y homogeneidad de su sistema.

El condicionado técnico al que deban ajustarse estas especificaciones y los trámites administrativos para su aprobación por el Ministerio de Industria y Energía se determinará en las Instrucciones Complementarias de este Reglamento.

#### **8.4.6.- IDENTIFICACIÓN, MARCAS Y HOMOLOGACIÓN.**

Los materiales y elementos utilizados en la construcción, montaje, reparación o reformas importantes de las instalaciones eléctricas de más de 1000V, deberán estar señalizados con la información que determine la norma u homologación de aplicación correspondiente.

Para garantía del adecuado nivel de calidad de los elementos componentes de las instalaciones eléctricas de más de 1000V, sometidas a este Reglamento, toda Entidad y Organización que tenga establecida una marca o distintivo de calidad para materiales, elementos o equipos utilizados en estas instalaciones, podrán solicitar del Ministerio de Industria y Energía su reconocimiento, de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de las actuaciones del Ministerio de Industria y Energía en el campo de la normalización y homologación, aprobado por Real Decreto 2584/1981, del 18 de septiembre.

## **8.5.-AUTORIZACIÓN, PUESTA EN SERVICIO, INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS INSTALACIONES. [17]**

### **8.5.1-PROYECTO DE LAS INSTALACIONES.**

Será obligatoria la presentación de proyecto suscrito por Técnico competente y visado por el Colegio Oficial correspondiente, para la realización de toda clase de instalaciones eléctricas de más de 1000V, a que se refiere el presente Reglamento.

Si se trata de instalación sometida al régimen de previa autorización, la solicitud deberá acompañarse de un proyecto o anteproyecto de la instalación eléctrica, cuya autorización se insta. En el supuesto de que se hubiese presentado anteproyecto, una vez concedida la autorización, antes de iniciar la realización, deberá presentarse el oportuno proyecto de ejecución, conforme a lo indicado en el párrafo anterior.

La definición y contenido mínimo de los proyectos y anteproyectos a que se alude en los párrafos anteriores, se determinará en la correspondiente Instrucción Técnica Complementaria, sin perjuicio de la facultad de la Administración para solicitar los datos adicionales que considere necesarios.

Cuando se trate de instalaciones, o parte de las mismas, de carácter repetitivo, el Ministerio de Industria y Energía podrá autorizar o establecer la utilización de proyectos tipo, que deberán ser completados, inexcusablemente, con los datos específicos concernientes a cada caso, tales como: ubicación, accesos, circunstancias locales, clima, entorno, dimensiones específicas, características de las tierras y de la conexión a la red, así como cualquier otra correspondiente al caso particular.

### **8.5.2.-APLICACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS.**

Cuando el proyectista de una instalación prevea la utilización o aplicación de nuevas técnicas o se planteen circunstancias no previstas en las Instrucciones Técnicas Complementarias del presente Reglamento, podrá justificar la introducción de innovaciones técnicas señalando los objetivos y experiencias, así como normas y prescripciones que aplica.

El Ministerio de Industria y Energía podrá aceptar o rechazar el proyecto en razón a que resulten o no justificadas las innovaciones que contenga.

### **8.5.3.-PUESTA EN MARCHA DE LAS INSTALACIONES.**

En las instalaciones eléctricas de más de 1.000 voltios que no sean de producción, distribución pública o transporte de energía eléctrica y pertenezcan a establecimientos industriales liberalizados, de acuerdo con el Real Decreto 2135/1980, de 26 de septiembre, se podrá proceder a su puesta en funcionamiento, previo cumplimiento del requisito a que se refiere el artículo segundo, III, del Referido Real Decreto, y se acredite la conformidad de la Empresa eléctrica para conectar la instalación a su red.

Las instalaciones eléctricas de producción, distribución pública o transporte no liberalizadas o pertenecientes a Empresas eléctricas, sólo podrán iniciar la puesta en marcha previo cumplimiento de lo prevenido en el Decreto 2617/1966, del 20 de octubre.

#### **8.5.4.-MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.**

Los propietarios de las instalaciones, incluidas en el presente Reglamento, deberán presentar, antes de su puesta en marcha, un contrato, suscrito con persona física o jurídica competente en el que éstas se hagan responsables de mantener las instalaciones en el debido estado de conservación y funcionamiento.

Si el propietario de la instalación, a juicio del Órgano competente, dispone de los medios y organización necesarios para efectuar su propio mantenimiento, podrá eximirse de la obligación de presentación de dicho contrato.

#### **8.5.5.-INSPECCIONES PERIÓDICAS DE LAS INSTALACIONES.**

Para alcanzar los objetivos señalados en el apartado anterior con la aplicación al Reglamento CTE, en relación con la seguridad, se efectuarán inspecciones periódicas de las instalaciones.

Estas inspecciones se realizarán, al menos, cada tres años, pudiéndose establecer condiciones especiales en las Instrucciones Técnicas Complementarias a este Reglamento. El titular de la instalación cuidará de que dichas inspecciones se efectúen en los plazos previstos.

Las inspecciones periódicas se realizarán por las Direcciones Provinciales del Ministerio de Industria y Energía, o, en su caso, por los Órganos competentes de las Comunidades Autónomas o bien por entidades colaboradoras del Ministerio de Industria y Energía facultadas para la aplicación de la Reglamentación eléctrica, si incluyen entre sus campos de actuación las instalaciones que van a inspeccionar.

El Órgano inspector conservará acta de todas las inspecciones que realice y entregará una copia de la misma al propietario o arrendatario, en su caso, de la instalación, así como a la Dirección Provincial del Ministerio de Industria y Energía u Órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Si como consecuencia de la inspección se detectaran defectos en la instalación, éstos deberán ser corregidos en un plazo máximo de seis meses, salvo que existan razones, debidamente motivadas ante la Administración, en cuyo caso ésta podrá conceder un plazo mayor. No obstante, si la persona o Empresa que ha realizado la inspección, estima que dichos defectos pudieran ser causa de accidente, propondrá a la Dirección Provincial del Ministerio de Industria y Energía u Órgano competente de la Comunidad Autónoma un plazo más corto para la reparación y en caso de que se apreciase grave peligro de accidente, podrá proponer, incluso, el corte de suministro.

Las Direcciones Provinciales de Industrias u Órganos competentes de las Comunidades Autónomas, efectuarán inspecciones, mediante control por muestreo estadístico, de las inspecciones efectuadas por las Entidades colaboradoras.

El Ministerio de Industria y Energía podrá eximir, con carácter general de la inspección periódica, a aquellos tipos de instalación que por su naturaleza no precisen dicha inspección.

Asimismo, las Empresas u Organismos que acrediten ante la Dirección Provincial del Ministerio de Industria y Energía u Órgano competente de la Comunidad Autónoma que poseen capacidad para realizar el mantenimiento periódico de sus instalaciones, así como planes periódicos de reconocimiento y control, podrá solicitar de dichas autoridades que la inspección oficial se efectúe mediante control por muestreo estadístico, siempre que sus planes de reconocimiento y control respeten, tanto el procedimiento administrativo, como los plazos antes indicados. El citado control estadístico se llevará a efecto por la Dirección Provincial de Industria y Energía o por el Órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Las tarifas máximas de inspección de las instalaciones eléctricas serán establecidas por el Ministerio de Industria y Energía después de oír a los representantes de las Empresas eléctricas, de los abonados en alta tensión y de las Sociedades de inspección y control.

#### **8.5.6.- INTERRUPCIÓN Y ALTERACIÓN DEL SERVICIO.**

En los casos o circunstancias en que se observe inminente peligro para las personas o cosas, se deberá interrumpir el funcionamiento de la instalación.

En situación de emergencia, un técnico titulado competente, con la autorización de la Empresa propietaria de la instalación, podrá adoptar las medidas provisionales que resulten aconsejables, dando cuenta inmediatamente al órgano competente de la Administración, que fijará el plazo para restablecer las condiciones reglamentarias.

Los casos de accidente o de interrupción del servicio público se comunicarán inmediatamente al órgano competente de la Administración.

#### **8.6.-INFRACCIONES Y SANCIONES.**

La infracción de los preceptos del presente Reglamento y sus Instrucciones Técnicas Complementarias se sancionará de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente.

En el ámbito de sus respectivas intervenciones podrán estar incurso en las responsabilidades a que se refiere el artículo anterior: el autor del proyecto, el fabricante o importador del material, el instalador, el técnico que certificó la adaptación de la obra al proyecto y el cumplimiento de las condiciones técnicas y reglamentarias a efectos de la puesta en marcha, el encargado del mantenimiento de las instalaciones, la Entidad colaboradora que haya efectuado los reconocimientos periódicos, las Empresas suministradoras y los usuarios.

### **8.6.1.-DISPOSICIÓN TRANSITORIA.**

Las instalaciones existentes a la fecha de la entrada en vigor del presente Reglamento e Instrucciones Técnicas Complementarias, seguirán sometidas a las prescripciones reglamentarias vigentes en la fecha de su instalación, pero habrán de ajustarse a las condiciones y prescripciones técnicas de la nueva normativa en los supuestos de ampliación importante, o cuando su estado general, situación o características impliquen riesgo grave para personas o bienes, o produzcan perturbaciones inaceptables en el normal funcionamiento de otras instalaciones.

Las revisiones periódicas de todas las instalaciones existentes se llevarán a efecto en el plazo y en la forma establecidos por el presente Reglamento e Instrucciones Técnicas Complementarias.

No obstante lo dispuesto en el primer párrafo de esta disposición, por razones de seguridad podrá establecerse en las Instrucciones Técnicas Complementarias del presente Reglamento, la necesaria readaptación de instalaciones ya existentes a las prescripciones de la Instrucción Técnica Complementaria de que se trate.

### **8.7.- MANTENIMIENTO ELÉCTRICO APLICADO A LA FÁBRICA.**

La necesidad del mantenimiento preventivo en las instalaciones eléctricas, tanto en las de Alta, Media y Baja tensión se multiplica en función de los daños que podría ocasionar su parada por avería, tanto se trate de instalaciones públicas como privadas.

Tratándose de costosos equipos, su revisión debe efectuarse con la periodicidad establecida en su proyecto de instalación, adecuándola en todo momento a las especiales características de su utilización, ubicación, etc.

#### **8.7.1.- TIPOS DE MANTENIMIENTO.**

Van a ser los mismos descritos en el apartado 7.6.1.

#### **8.7.2.-NORMAS BÁSICAS.**

Detallamos unos consejos básicos y generales que hay que tener en cuenta antes de ponerse a realizar labores de mantenimiento:

- Planificar el trabajo con antelación a la parada y desconexión del transformador de la Red, teniendo en cuenta las “cinco reglas de oro”, solicitando los permisos y efectuando todos los avisos necesarios.
- Recopilar toda la información técnica relativa al Transformador y sus equipos (ventiladores, sistemas de control y seguridad, etc.)
- Revisar todo el protocolo de seguridad necesario, incluyendo los equipos necesarios: puestas a tierra, señalizaciones, etc.

- Seleccionar el personal necesario para la tarea de mantenimiento entre los capacitados para ello, así como los medios materiales y herramientas, vehículos, grúas, etc.

#### **8.7.2.1.-REGLAS DE ORO. [27]**

Aunque cada instalación tendrá unas características específicas, siempre se procederá a desconectar el transformador de la Red de la acometida, tomando todas las medidas de seguridad necesarias establecidas en el protocolo.

Para ello citaremos las 5 reglas de oro y son:

- 1) Abrir con corte visible o corte “efectivo” todas las posibles fuentes de tensión que puedan existir mediante la aparamenta al efecto; seccionadores, interruptores automáticos, etc.
- 2) Bloqueo de la aparamenta que hayamos desconectado.
- 3) Comprobar la ausencia de tensión.
- 4) Puesta a tierra y en cortocircuito.
- 5) Delimitación y señalización.

La aparamenta es un conjunto de aparatos que permiten el corte, protección eléctrica y mando de las instalaciones eléctricas, entre ellos están: seccionador, fusible, relé térmico, disyuntor, interruptor diferencial y el contactor.

En la primera regla, se entiende por corte visible la interrupción del circuito donde se vaya a trabajar y que dicho corte se pueda comprobar de forma visible inequívocamente. De forma clásica el elemento que cumple con este tipo de corte es el seccionador que según el RCE (Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación) lo define como: aparato mecánico de conexión que, por razones de seguridad, en posición abierta, asegura una distancia de seccionamiento que satisface unas condiciones específicas.

Por corte efectivo se entiende aquel corte que interrumpe el circuito en el que se va a trabajar y que no permite su comprobación visual, pero su posición abierta es comprobable y señalizado por un método seguro, este tipo de aparamenta hoy en día es la más frecuente porque suelen encontrarse en las cabinas compactas de SF6 (es un gas de características dieléctricas superiores a las del aire).

El objetivo de la primera regla es desconectar toda posible fuente que nos pueda alimentar el circuito, pero hay que desconectar tanto las entradas como las salidas, ya que se podía dar la realimentación de retorno por alguna de las salidas.

En la segunda regla, el objetivo es que no se pueda dar el caso de cierres intempestivos de seccionadores, interruptores-seccionadores, etc., ya sea por error humano, error técnico o motivos imprevistos.

Los tipos de enclavamientos que se pueden utilizar pueden ser diversos:

- Físico: que consiste en interponer un obstáculo aislante que impida físicamente el cierre de los contactos de un seccionador o del elemento que se haya abierto.
- Mecánico: consiste en inmovilizar el mando del mecanismo de cierre del aparato mediante candados, bulones, candados, etc.
- Eléctrico: consiste en la apertura de la alimentación del mando del accionamiento eléctrico.
- Pneumático: consiste en el vaciado de aire comprimido del calderín e impedir el accionamiento del aparato actuando sobre la alimentación del aire comprimido.

En la tercera regla, el objetivo es la comprobación de la ausencia de tensión del circuito en el que debemos trabajar, normalmente esta regla se utiliza para poder comprobar si existe tensión de servicio en la instalación y comprobar que todas las fuentes de tensión han sido abiertas, pero habrá que tener en cuenta otras posibles tensiones que podemos encontrar en el circuito debidas a la inducción en cables, efectos de inducción magnética, como por ejemplo, entre dos líneas aéreas que discurran paralelas, descargas atmosféricas, etc., estas tensiones quedarán anuladas mediante la 4ª regla de oro. Se hará mediante el uso de una pértiga.

Los puntos a comprobar serán el lugar donde vayamos a trabajar y todos los lugares donde hayamos efectuado el corte visible o efectivo. Dado que consideramos que la instalación se encuentra bajo tensión se deberán utilizar las medidas adecuadas para la comprobación. También hay que respetar las distancias de seguridad según Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Y usar el equipo de protección y medida adecuado.

En la cuarta regla, una vez realizada la 1ª, 2ª y 3ª regla procederemos a cortocircuitar y poner a tierra la instalación.

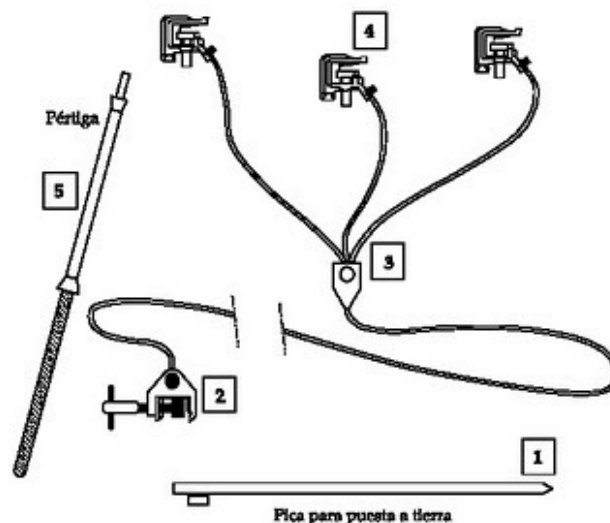


Fig. 13. Material para conectar las fases a tierra [27]



Se considerará una instalación puesta a tierra, cuando los elementos conductores se han puesto directamente a tierra mediante elementos conductores continuos sin soldadura, sin que ningún aparato pueda dificultar la continuidad como por ejemplo un fusible, seccionador, etc.

Se dice que una instalación se encuentra en cortocircuito cuando todos sus elementos (las tres fases en un sistema trifásico) están unidos entre sí por medio de una impedancia despreciable.

Se colocarán una en la proximidad de la apertura visible o efectiva y otra en el lugar de trabajo.

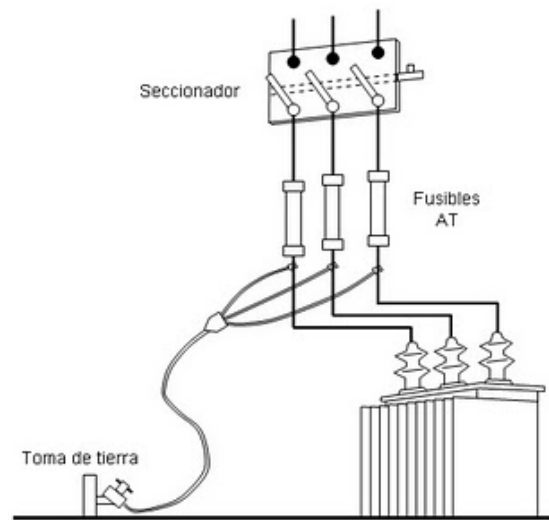


Fig. 14. Colocación de la puesta a tierra. [27]

En la quinta regla, se delimitará la zona de trabajo y se señalizará debidamente para evitar riesgos, con vallas o carteles como los que a continuación de muestran.



Fig. 15. Señalizaciones [27]

### **8.7.3.- MATERIALES E INSTRUMENTOS DE MEDIDA.**

- Linternas (de mano o de llevar en la cabeza)
- Equipos de Protección Individual ó EPI's (guantes, gafas, botas de seguridad)
- Herramienta de electricista: Alicates (normal y corte) con aislamiento, destornilladores con aislamiento, tijeras, peladores de cable.
- Accesorios (clemas, terminales, )
- Material eléctrico (fusibles, interruptores, automáticos, diferenciales, fotocélulas, bocinas, lámparas, bombillas, pulsadores, cable de diferentes secciones, mangueras eléctricas, ...)
- Aparatos de medida (pértiga, cámara termográfica,...)
- Escaleras simple (un tramo) y de tijera.

### **8.7.4.- TAREAS DE MANTENIMIENTO.**

Los Centros de Transformación están sujetos a inspecciones reglamentarias, por pertenecer a instalaciones eléctricas de Alta Tensión. El objeto es de tener inspecciones periódicas por un Organismo de Control Autorizado (OCA) acreditados por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), a fin de asegurar el cumplimiento de las prescripciones reglamentarias a lo largo de su vida.

La inspección es realizada por técnicos cualificados de este Organismo, en compañía de una persona que lleve el mantenimiento de la instalación o puede ser el propio titular si dispone de medios para ello. Esta inspección se realizará cada 3 años, según lo marca el reglamento.

ENAC es un organismo designado por la Administración para establecer y mantener el sistema de acreditación a nivel nacional, de acuerdo a normas internacionales, siguiendo en todo momento las políticas y recomendaciones establecidas por la Unión Europea.

También describiremos las tareas de mantenimiento preventivas, ajenas al Organismo, para tener las instalaciones siempre disponibles y operativas, ante cualquier imprevisto. La frecuencia del mantenimiento se ajustará con arreglo al uso o funcionamiento del elemento en sí.

#### 8.7.4.1.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VERIFICACIONES A EXAMINAR.

Tareas a realizar	Frecuencia
Comprobación de todas las llaves que controlan la maniobra de conexión/desconexión del transformador.	3 meses
Comprobación, limpieza y ajuste de todas las conexiones eléctricas, fijaciones, soportes, guías y ruedas, etc.	3 meses
Comprobación y limpieza de los aisladores, buscando posibles grietas o manchas donde pueda fijarse la suciedad y/o humedad.	3 meses
Comprobación del funcionamiento de los ventiladores, así como limpieza de radiadores o demás elementos refrigerantes.	3 meses
Comprobación del nivel de aceite, así como posibles fugas.	3 meses
Comprobación del sistema de seguridad por sobre temperatura.	3 meses
Comprobación del sistema de seguridad por sobre presión interna del transformador.	3 meses
Comprobación de los luminosos de cada fase al estar en tensión.	3 meses
Comprobación del resto de indicadores, alarmas ópticas y/o acústicas.	3 meses
Comprobación de las vallas de protección al acceso del transformador	3 meses
Comprobación de los carteles sobre riesgo eléctrico y actuaciones frente a una descarga eléctrica.	3 meses
Revisión del embarrado, cables de potencia, seccionadores, aisladores, ruptores, etc.	6 meses (invierno y verano)
Comprobación del estado de la pértiga y los guantes de goma	6 meses
Limpieza y pintado del chasis, carcasas, depósito y demás elementos externos del transformador susceptibles de óxido o deterioro.	1 año

Tabla 14. Tareas de mantenimiento preventivo a examinar

Este tipo de mantenimiento preventivo lo realizarán los operarios cualificados para dicha revisión eléctrica, siempre bajo el consentimiento de su encargado de mantenimiento, sin la necesidad de estar presente.

Mediante las órdenes de trabajo del mantenimiento preventivo, que rellenarán los operarios, se realizará las labores de mantenimiento anteriormente descritas.

Posteriormente se hará la supervisión de todo por el encargado. En cada una de estas órdenes se debe rellenar todos los datos, como: ubicación, fecha, número de orden de trabajo, operario, horas de mantenimiento, incidencias, materiales, etc.

Después de esta orden rellena se consultará de las incidencias encontradas, para generar una orden de trabajo de tipo correctivo.

### 8.7.4.2.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VERIFICACIONES POR MEDIDA.

Mantenimiento	Tarea a realizar	Frecuencia
Revisión del funcionamiento general	Revisión de dispositivo de disparo o señalización por incremento de la temperatura del transformador, fusibles de alta tensión, interruptores asociados o no a fusibles de AT., seccionadores	anual
Instalación interior	Resistencia de aislamiento entre conductor y tierra y entre dos conductores siendo inferior a 250 K $\Omega$ . Explicado el apartado 6.4.2.3	anual
Resistencia de puesta a tierra del centro transformación	Medir la resistencia de puesta a tierra, como se explica en el apartado 6.4.2.2	anual (en verano)
Medida de la rigidez dieléctrica de aceite	La muestra debe tomarse de la parte baja del transformador, mediante la válvula de muestreo.	anual
Medida de corrientes de fuga	Comprobación del sistema de sobrecorriente, fuga a tierra, diferencial, etc. en función del tipo y modelo del transformador. Ver apartado 6.4.2.6	anual
Verificación de maniobra y estado de contactores.	Comprobación de continuidad y sustitución del funcionamiento de los elementos eléctricos.	anual
Comprobación de calentamientos anormales en los cuadros eléctricos	Comprobación de elementos eléctricos mediante cámara infrarroja	anual

Tabla 15. Tareas de mantenimiento preventivo a medir

En este tipo de mantenimiento preventivo lo realizarán los operarios cualificados para tal revisión, con la colaboración del encargado de mantenimiento. Para ello se rellenará la orden de trabajo con cada una de las medidas encontradas, anotando todas las medidas para su estudio posterior.

El encargado dará validez a lo medido, al comprobarlo con los valores que debería haber dado, teniendo en cuenta su tolerancia.

En cada una de estas órdenes se debe rellenar todos los datos en la orden, como: ubicación, fecha, número de orden de trabajo, operario, horas de mantenimiento, incidencias, materiales, etc. Después de esta orden rellena se consultará de las incidencias encontradas, para generar una orden de trabajo de tipo correctivo.

#### 8.7.4.3.- **MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR EL ORGANISMO DE CONTROL AUTORIZADO (OCA).**

<b>Tareas a realizar</b>	<b>Frecuencia</b>
Circuitos eléctricos de alta tensión: acometidas, embarrados desnudos, cables aislados, canalizaciones y disposición de cableado.	3 años
Inspección visual del estado frente a la corrosión de todas las conexiones y la continuidad de las líneas de puesta a tierra	
Comprobación de dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como intensidades nominales en relación a la sección del conductor.	
Medición y comprobación visual de la barra de puesta a tierra, frente a la corrosión y la continuidad de la línea que la une con la barra	
Comprobación del estado transformadores de intensidad y tensión para la lectura del contador de consumo	
Aparamenta de maniobra de circuitos: seccionadores, interruptores, cabinas, transformadores de medida	
Protección contra sobreintensidades: fusibles, relés de protección	
Protección contra sobretensiones: autoválvulas, explosores eléctricos	
Transformadores de potencia: protecciones, instalación	
Fluido dieléctrico del transformador: nivel, análisis rigidez dieléctrica	
Alumbrados: normal y de emergencia	
Puesta a tierra de la instalación: de protección y de servicio	
Locales y recintos: accesos, cierres, condiciones de mantenimiento	
Señalización	
Protección contra incendios	

Tabla 16. Tareas de mantenimiento preventivo por el Organismo de Control

En todas estas tareas a realizar por el Organismo de control, nos informará del estado de nuestro Centro de Transformación y si se ha realizado bien el mantenimiento preventivo hasta la inspección. Esto es de vital importancia para la empresa, ya que puede suponerse de tener unos gastos elevados por no haberse llevado un buen mantenimiento, que es lo principal de toda empresa, de no tener grandes paradas de producción y tener bajos costes en reparación.

Según el informe que presente el Organismo de Control, sobre las incidencias que se hayan encontrado, se emitirá un plazo para subsanar todo lo que estuviera en mal estado. De no ser así, dicho Organismo procedería en una sanción que podría provocar el corte de suministro eléctrico en la fábrica, por no pasar la inspección; Y mandando copia al Ministerio de Industria y Energía.

**8.7.5.-PLANIFICACIÓN.**

<b>OPERACIONES DE TRABAJO</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SEPTIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	
Comprobación de todas las llaves que controlan la maniobra de conexión/desconexión del transformador.	3M													VERIFICACIONES A EXAMINAR
Comprobación, limpieza y ajuste de todas las conexiones eléctricas, fijaciones, soportes, guías y ruedas, etc.	3M													
Comprobación y limpieza de los aisladores, buscando posibles grietas o manchas donde pueda fijarse la suciedad y/o humedad.	3M													
Comprobación del funcionamiento de los ventiladores, así como limpieza de radiadores o demás elementos refrigerantes.	3M													
Comprobación del nivel de aceite, así como posibles fugas.	3M													
Comprobación del sistema de seguridad por sobre temperatura.	3M													
Comprobación del sistema de seguridad por sobre presión interna del transformador.	3M													
Comprobación de los luminosos de cada fase al estar en tensión.	3M													
Comprobación del resto de indicadores, alarmas ópticas y/o acústicas.	3M													
Comprobación de las vallas de protección al acceso del transformador	3M													
Comprobación de los carteles sobre riesgo eléctrico y actuaciones frente a una descarga eléctrica.	3M													
Revisión del embarrado, cables de potencia, seccionadores, aisladores, ruptores, etc.	6M													
Comprobación del estado de la pértiga y los guantes de goma	6M													
Limpieza y pintado del chasis, carcasas, depósito y demás elementos externos del transformador susceptibles de óxido o deterioro.	12M													

Tabla 17. Verificaciones a examinar

OPERACIONES DE TRABAJO	Frecuencia	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Revisión del funcionamiento general	12M													VERIFICACIONES A MEDIR
Instalación interior	12M													
Resistencia de puesta a tierra del centro transformación	12M													
Medida de la rigidez dieléctrica de aceite	12M													
Medida de corrientes de fuga	12M													
Verificación de maniobra y estado de contactores.	12M													
Comprobación de calentamientos anormales en los cuadros eléctricos	12M													

Tabla 18. Verificaciones a medir



Operación a realizar.

No operativo

**8.7.6.- REGISTRO.**

Situación similar a la descrita en el apartado 7.6.6.

## **9.- REGLAMENTO TÉCNICO DE LAS LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN (RLAT). [14]**

El Reglamento Técnico de las Líneas de Alta Tensión (RLAT) desarrolla las condiciones técnicas y de seguridad que deberán cumplir las líneas eléctricas de alta tensión, aéreas y soterradas, de más de 1000 voltios (V). Los objetivos de la nueva regulación están aprobados en el Real Decreto 223/2008, del 15 de febrero y trata de mejorar la seguridad del sistema eléctrico y la fiabilidad del suministro, así como proteger a las personas y bienes relacionados con estas infraestructuras.

La normativa busca además que en el diseño de nuevas líneas se tengan en cuenta futuros aumentos de carga, contemplado así la posibilidad de tener mayor capacidad en el transporte de energía.

Las nuevas condiciones serán obligatorias dentro de dos años, contados a partir de la publicación hoy en el BOE, aunque se podrán adoptar de forma voluntaria desde el momento de su entrada en vigor.

La Industria elaborará una guía técnica para la aplicación del nuevo Reglamento y de las instrucciones complementarias, que se denominarán ITC-LAT 01 a 09.

El nuevo Real Decreto (RD) deroga el anterior RD 3151/1968 por el que se aprobaba el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, así como “cuantas disposiciones de igual o inferior rango contradigan lo dispuesto” en la nueva regulación.

### ***9.1.- INTRODUCCIÓN AL RLAT.***

Teniendo en cuenta el reglamento vamos a desarrollar la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 04 sobre la documentación y puesta en servicio de las líneas de alta tensión y la ITC-LAT 05 sobre verificaciones e inspecciones.

La primera de ellas, tiene por objeto desarrollar las prescripciones del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, determinando la documentación técnica que deben tener las instalaciones para ser legalmente puestas en servicio, así como su tramitación ante el órgano competente de la Administración.

Y la segunda, tiene por objeto desarrollar las previsiones del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, en relación con las verificaciones e inspecciones previas a la puesta en servicio, o periódicas de las líneas eléctricas de alta tensión.

Las empresas de transporte o distribución o los técnicos titulados competentes que realicen actividades de verificación y los organismos de control que realicen las actividades de inspección deberán disponer de los mismos medios técnicos indicados en el apartado 9.9.3.



## **9.2.- OBJETIVO DE LA RLAT.**

Este reglamento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y garantías de seguridad a que han de someterse las líneas eléctricas de alta tensión, a fin de:

- Proteger las personas y a integridad y funcionalidad de los bienes que pueden resultar afectados por las mismas.
- Conseguir la necesaria regularidad en los suministros de energía eléctrica.
- Establecer la normalización precisa para reducir la extensa tipificación que existe en la fabricación de material eléctrico.
- Facilitar desde la fase de proyecto de las líneas su adaptación a los futuros aumentos de carga racionalmente previsibles.

## **9.3.-ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL RLAT. [20]**

Las disposiciones de este reglamento se aplican a las líneas eléctricas de alta tensión, entendiéndose como tales las de corriente alterna trifásica a 50 Hz de frecuencia, cuya tensión nominal eficaz entre las fases sea superior a 1000 V.

Aquellas líneas en las que se prevea utilizar otros sistemas de transporte o distribución de energía (corriente continua, corriente alterna monofásica o polifásica, etc.), deberán ser objeto de una justificación especial por parte del proyectista, el cual deberá adaptar las prescripciones y principios básicos de este reglamento a las peculiaridades del sistema propuesto.

El reglamento se aplicará:

- A las nuevas líneas, a sus modificaciones y a sus ampliaciones.
- A las líneas existentes antes de su entrada en vigor que sean objeto de modificaciones con variación del trazado original de la línea, afectando las disposiciones de este reglamento exclusivamente al tramo modificado.
- A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, en lo referente al régimen de inspecciones que se establecen en el mismo sobre periodicidad y agentes intervinientes, si bien para las líneas aéreas con conductores desnudos, los criterios técnicos aplicables en dichas inspecciones serán los correspondientes a la reglamentación con la que se aprobaron, y para el resto de las líneas se aplicarán los criterios normativos y técnicos en virtud de los cuales resultó aprobado en su día el proyecto de instalación y autorizada su puesta en servicio.

Quedan excluidas de la aplicación de las presentes normas las líneas eléctricas que constituyen el tendido de tracción propiamente dicho (línea de contacto) de los ferrocarriles u otros medios de transporte electrificados.

Las prescripciones de este reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias (en adelante también denominadas ITC) son de carácter general, unas, y específico, otras. Las específicas sustituirán, modificarán o complementarán a las generales, según los casos.

Las prescripciones de este Reglamento y sus ITC se aplicarán sin perjuicio de las disposiciones establecidas en la normativa de prevención de riesgos laborales y en particular, en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, así como cualquier otra normativa aplicable.

#### **9.4.- DOCUMENTACIÓN. [3]**

Las líneas en el ámbito de aplicación de este reglamento deben ejecutarse según proyecto que deberá ser redactado y firmado por técnico titulado competente, quien será directamente responsable de que el mismo se adapte a las disposiciones reglamentarias y, en su caso, a las especificaciones particulares aprobadas a la empresa de transporte y distribución a la que se conecte.

Cuando se prevea que una línea vaya a ser cedida a empresa de transporte y distribución el autor del proyecto lo remitirá a la misma para su revisión previa a la ejecución de la línea. En caso de discrepancias entre las partes afectadas, se estará a lo que resuelva el órgano competente de la Administración que intervenga en el procedimiento.

El contenido del proyecto seguirá lo indicado en la ITC-LAT 09

#### **9.5.- DOCUMENTACION Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS LÍNEAS PROPIEDAD DE EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

La construcción, ampliación, modificación y explotación de las líneas eléctricas de alta tensión propiedad de empresas de transporte y distribución de energía eléctrica se condicionará a la autorización administrativa, aprobación del proyecto de ejecución, reconocimiento de la utilidad, en el caso que proceda, y autorización de explotación descrita en el título VII del real decreto 1955/2000.

La ejecución de las líneas deberá contar con la dirección de técnicos facultativos competentes. Al término de la ejecución de la línea, la empresa titular de la instalación realizará las verificaciones previas a la puesta en servicio que resulten oportunas, en función de las características de aquella, según se especifica en la ITC-LAT 05.

Asimismo, finalizadas las obras, un técnico titulado competente deberá emitir un certificado final de obra, según modelo establecido por la Administración, que deberá comprender, al menos, lo siguiente:

- a) Los datos referentes a las principales características técnicas de la línea y de su instalación.
- b) Informe técnico con resultado favorable, de las verificaciones previas a la puesta en servicio, realizado por la empresa titular de la instalación según se especifica en la ITC-LAT 05.

- c) Declaración expresa de que la línea ha sido ejecutada de acuerdo con las prescripciones del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Complementarias y, en su caso, con las especificaciones particulares aprobadas a la empresa de transporte y distribución de energía eléctrica.
- d) Identificación, en su caso, de la empresa instaladora autorizada responsable de la ejecución de la línea.

Para obtener la autorización de explotación, el certificado de final de obra se presentará, junto con la solicitud de puesta en servicio, ante el órgano competente de la Administración, conforme a lo prescrito en el título VII del Real Decreto 1955/2000.

La empresa de transporte o distribución de energía eléctrica será la responsable de mantener la línea en el debido estado de conservación y funcionamiento.

#### ***9.5.1.- VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS PROPIEDAD DE EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.***

a) VERIFICACIÓN: las verificaciones previas a la puesta de las líneas eléctricas de alta tensión deberán ser realizadas por el titular de la instalación o por el personal delegado por el mismo.

Se efectuarán los ensayos previos a la puesta en servicio que establezcan las normas de obligado cumplimiento. En cualquier caso para líneas eléctricas con conductores aislados con pantalla, se efectuarán, al menos, los ensayos de comprobación del aislamiento principal y de la cubierta.

En las líneas áreas y en las subterráneas con cables aislados instalados en galerías visitables, se realizarán, además, los ensayos de la medida de resistencia del circuito de puesta a tierra y, en el caso que corresponda, medida de las tensiones de contacto.

Las líneas eléctricas de alta tensión serán objeto de verificaciones periódicas, al menos una vez cada tres años, realizando las comprobaciones que permiten conocer el estado de los diferentes componentes de las mismas. Las verificaciones se podrán sustituir por planes concertados con el órgano competente de la Administración, que garanticen que la línea está correctamente mantenida

Como resultado de una verificación previa o periódica, la empresa titular emitirá un acta de verificación, en la cual figurarán los datos de identificación de la línea y posible relación de defectos, planes de corrección y, en su caso, observaciones al respecto.

La empresa titular mantendrá una copia del acta de verificación a disposición del órgano competente de la Administración. El acta de verificación podrá ser enviada mediante una transmisión electrónica.

b) INSPECCIÓN: Los órganos competentes de la Administración podrán efectuar, por sí mismos o a través de terceros, inspecciones sistemáticas mediante control por muestreo estadístico.

#### ***9.6.- DOCUMENTACION Y PUESTA EN SEERVICIO DE LAS LÍNEAS QUE NO SEAN PROPIEDAD DE EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.***

Las líneas de conexión de centrales de generación, las de consumidores a redes de transporte o distribución, las líneas directas, acometidas y las que por estar destinadas a más de un consumidor m tengan la consideración de redes de distribución estarán sujetas al régimen de autorización administrativa previa debiendo seguir para su puesta en servicio el procedimiento establecido en el título VII del Real Decreto 1955/2000.

Todas las líneas que no sean propiedad de empresas de transporte y distribución de energía eléctrica deben ser ejecutadas por las empresas instaladoras autorizadas en alta tensión a las que se refiere la ITC-LAT 03.

La ejecución de las líneas deberá contar con la dirección de técnicos titulados competentes.

Si, en el curso de ejecución de la instalación, la empresa instaladora autorizada considerase que el proyecto no se ajusta a lo establecido en el reglamento, deberá, por escrito, poner tal circunstancia en conocimiento del director de obra, y del titular. Si no hubiera acuerdo entre las partes, se someterá la cuestión al órgano competente de la Administración, para que éste resuelva en el más breve plazo posible.

Al término de la ejecución de la línea, la empresa instaladora autorizada realizará las verificaciones que resulten oportunas, en función de las características de aquella, según se especifica en la ITC-LAT 05, contando para ello con el técnico director de obra.

Las líneas de tensión nominal superior a 30 KV deberán ser objeto de la correspondiente inspección inicial por organismo de control, según lo establecido en la ITC-LAT 05.

Finalizadas las obras y realizadas las verificaciones e inspección inicial a que se refieren los puntos anteriores, la empresa instaladora autorizada deberá emitir un certificado de instalación, según modelo establecido por la Administración, que deberá comprender, al menos, lo siguiente:

- a) Los datos referentes a las principales características técnicas de la línea y de su instalación.
- b) Informe técnico con resultado favorable, de las verificaciones previas a la puesta en servicio, realizado según se especifica en la ITC-LAT 05. Para líneas de tensión nominal superior a 30 KV, la referencia del certificado del organismo de control que hubiera realizado, con calificación de resultado favorable, la inspección inicial.

- c) Declaración expresa de que la línea ha sido ejecutada de acuerdo con las prescripciones del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 y, cuando se prevea que las líneas vayan a ser cedidas a empresas de transporte o distribución de energía eléctrica, con las especificaciones particulares aprobadas a la empresa de transporte y distribución de energía eléctrica.
- d) Identificación de la empresa instaladora autorizada responsable de la ejecución de la línea.

Antes de la puesta en servicio de la línea, el titular de la misma deberá presentar ante el órgano competente de la Administración, al objeto de su inscripción en el correspondiente registro, el certificado de instalación, al que se acompañará el proyecto, así como el certificado de dirección facultativa de obra firmado por el correspondiente técnico titulado competente, el certificado acreditativo de la existencia de un contrato de mantenimiento suscrito con una empresa instaladora autorizada para líneas de alta tensión y, en su caso, el certificado de inspección inicial, con calificación de resultado favorable, del organismo de control.

Cuando el titular de la línea precise conectarse a la red de una empresa suministradora de energía eléctrica, deberá solicitar el suministro a la empresa suministradora mediante la entrega del correspondiente ejemplar del certificado de instalación de la línea. En este caso, la empresa suministradora podrá realizar las verificaciones que considere oportunas, en lo que se refiere al cumplimiento de las prescripciones del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, así como el proyecto, como requisito previo a la conexión de la línea de la red eléctrica.

Si los resultados de las verificaciones no son favorables, la empresa suministradora deberá extender un acta, en la que conste el resultado, de las comprobaciones, la cual deberá ser firmada igualmente por el titular de la instalación, dándose por enterado. Dicha acta, en el plazo más breve posible, se pondrá en conocimiento del órgano competente de la Administración, quién determinará lo que proceda.

Sólo se admitirá la conexión provisional de la línea a la red antes de su inscripción cuando sea preciso para realizar las pruebas y las verificaciones previas necesarias y siempre bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

#### ***9.6.1.- VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUE NO SEAN PROPIEDAD DE EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.***

Todas las líneas deben ser objeto de una verificación previa a la puesta en servicio y de una inspección periódica, al menos cada tres años. Para las líneas de tensión nominal menor o igual a 30 KV la inspección periódica puede ser sustituida por una verificación periódica. Las líneas de tensión nominal superior a 30 KV deberán ser objeto, también, de una inspección inicial de su puesta en servicio.

Las verificaciones previas a la puesta de servicio de las líneas eléctricas de alta tensión deberán ser realizadas por las empresas instaladoras autorizadas que las ejecuten.

Sin perjuicio de las atribuciones que, en cualquier caso, ostenta la Administración pública, los agentes que lleven a cabo las inspecciones de las líneas eléctricas de alta tensión de tensión nominal mayor a 30 KV, deberán tener la condición de organismos de control, según lo establecido en el Real Decreto 2200/1995, acreditados para este campo reglamentario.

Las verificaciones periódicas de líneas eléctricas de tensión nominal no superior a 30 KV podrán ser realizadas por técnicos titulados con competencias de este ámbito que dispongan de un certificado de cualificación individual, expedido por una entidad de certificación de persona acreditada, de acuerdo con el Real Decreto 2200/1995, y según norma UNE-EN-ISO/IEC 17024.

El certificado de cualificación individual se renovará, al menos, cada tres años. Asimismo, el técnico titulado encargado de la verificación no podrá haber participado ni en la redacción del proyecto, ni en la dirección de obra, ni estar vinculado con el mantenimiento de la línea.

#### ***9.7.- DOCUMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LÍNEAS QUE SEAN CEDIDAS A EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.***

El procedimiento de autorización de transmisión de instalaciones de líneas de alta tensión seguirá lo dispuesto en los artículos 133 y 134 del Real Decreto 1955/2000.

Las instalaciones de líneas promovidas por terceros, que posteriormente deban ser obligatoriamente cedidas antes de su puesta en servicio y, por tanto, vayan a formar parte de la red de distribución, deberán estar sujetas al régimen de autorizaciones establecidas en el título VII del Real Decreto 1955/2000. Para su puesta en servicio deberán presentar la documentación prevista en el capítulo 4 de esta ITC, con la salvedad de que, para poder emitir el acta de puesta en servicio y autorización de explotación por parte del órgano competente de cada comunidad autónoma, se debe aportar el documento de cesión entre el promotor y la empresa distribuidoras, pero no se requerirá contrato de mantenimiento.

Antes de la cesión, la empresa eléctrica podrá realizar las verificaciones que considere oportunas, en lo que se refiere al cumplimiento de las prescripciones del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias y, cuando corresponda, de sus especificaciones particulares, como requisito previo para la aceptación de la línea, antes de la conexión a su red eléctrica. La empresa eléctrica aceptará por escrito la cesión de la titularidad de la línea cedida.

Si los resultados de las verificaciones no son favorables, la empresa eléctrica deberá extender un acta, en la que conste el resultado de las comprobaciones, la cual

deberá ser firmada igualmente por el autor del proyecto y el propietario de la línea, dándose por enterados. Dicha acta en el plazo más breve posible, se pondrá en conocimiento del órgano competente de la Administración, quién determinará lo que proceda.

## **9.8.- VERIFICACIONES. [15]**

### **9.8.1.- VERIFICACIÓN INICIAL PREVIA A LA PUESTA EN SERVICIO.**

Se efectuarán los ensayos previos a la puesta en servicio que establezcan las normas de obligado cumplimiento. En cualquier caso, para líneas eléctricas con conductores aislados con pantalla se efectuarán, al menos, los ensayos de comprobación del aislamiento principal y de cubierta.

En las líneas aéreas y las subterráneas con cables aislados instalados en galerías visitables, se realizarán, además, los ensayos de la medida de resistencia de puesta a tierra y, en el caso que corresponda, medida de tensiones de contacto.

### **9.8.2.- VERIFICACIONES PERIÓDICAS.**

Para las líneas eléctricas con conductores aislados con pantalla se efectuarán, al menos, los ensayos de comprobación del aislamiento principal y de la cubierta.

En las líneas aéreas y en las subterráneas con cables aislados instalados en las galerías visitables, se realizarán, además, los ensayos de la medida de resistencia del circuito de puesta a tierra y, en el caso que corresponda, medida de las tensiones de contacto.

## **9.9.- INSPECCIONES. [17]**

### **9.9.1.- INSPECCIÓN INICIAL.**

En la inspección inicial se comprobará que los ensayos a realizar por la empresa instaladora autorizada, correspondientes a las verificaciones previas a la puesta en servicio, se ejecutan correctamente, con los medios técnicos apropiados y en correcto estado de calibración, así como el resultado obtenido es satisfactorio.

También se comprobará que existe coincidencia entre las condiciones reales de tendido con las condiciones reales de tendido con las condiciones de cálculo del proyecto.

### **9.9.2.- INSPECCIÓN PERIÓDICA.**

Para líneas eléctricas con conductores aislados con pantalla se efectuarán, al menos, los ensayos de comprobación del aislamiento principal y de la cubierta.

En las líneas áreas y en las subterráneas con cables aislados instalados en galerías visitables, se realizarán, además, los ensayos de la medida de resistencia del circuito de puesta de tierra y, en el caso que corresponda, medida de las tensiones de contacto.

### **9.9.3.- PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN.**

Las inspecciones y verificaciones de las instalaciones se realizarán sobre la base de las prescripciones que establezca la norma de aplicación y, en su caso, de lo especificado en el proyecto, aplicando los criterios para la clasificación de defectos que se relacionan en el apartado siguiente:

#### **9.9.3.1.- PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN PERIÓDICA.**

La empresa responsable del mantenimiento podrá asistir al técnico titulado competente para la realización de las pruebas y ensayos necesarios.

Como resultado de la verificación, el técnico titulado competente encargado de la verificación emitirá un acta de verificación, en la cual figurarán los datos de identificación de la línea y la posible relación de defectos, con su clasificación, y la calificación de la línea, así como el registro de las últimas operaciones de mantenimiento realizadas por la empresa responsable del mantenimiento de la línea.

#### **9.9.3.2.- PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN INICIAL O PERIÓDICA.**

La empresa instaladora autorizada que haya ejecutado la instalación o la responsable del mantenimiento, según se trate de las inspecciones iniciales o periódicas, deberá asistir al organismo de control para la realización de las pruebas y ensayos necesarios.

Como resultado de la inspección, el agente encargado de la inspección emitirá un certificado de inspección, en el cual figuran los datos de identificación de la línea y la posible relación de defectos, con su clasificación, y la calificación de la línea, así como el registro de las últimas operaciones de mantenimiento realizadas por la empresa, responsable del mantenimiento de la línea.

#### **9.9.3.3.- CALIFICACIÓN DE UNA LÍNEA.**

La calificación de una línea, como resultado de una inspección o verificación, podrá ser:

- a) FAVORABLE: cuando no se determine la existencia de ningún defecto muy grave o grave. En este caso, los posibles defectos leves se anotarán para constancia del titular.
- b) CONDICIONADA: Cuando se detecte la existencia de, al menos, un defecto grave o defecto leve procedente de otra inspección anterior que no se haya corregido. En este caso:
  - Las líneas nuevas que sean objeto de esta calificación no podrán ser puestas en servicio en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener una calificación de favorable.
  - A las líneas ya en servicio se les fijará un plazo para corregir a su corrección, que no podrá superar los seis meses. Transcurrido dicho plazo sin haberse subsanado los defectos, el organismo de control o el técnico titulado competente encargado de la verificación, según corresponda, deberá remitir



el certificado con la calificación negativa al órgano competente de la Administración.

c) **NEGATIVA:** Cuando se observe, al menos, un defecto muy grave.

En este caso:

- Las nuevas líneas no podrán entrar en servicio, en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de favorable.
- A las líneas ya en servicio se les emitirá certificado negativo, que se remitirá inmediatamente, por el organismo de control o el técnico titulado competente encargado de la verificación, según corresponda, al órgano competente de la Administración.

#### **9.9.4.- CLASIFICACIÓN DE DEFECTOS.**

Los defectos en las instalaciones se clasificarán en defectos muy graves, defectos graves y defectos leves.

##### **9.9.4.1.- DEFECTO MUY GRAVE.**

Es todo aquel que la razón o la experiencia determina que constituye un peligro inmediato para la seguridad de las personas o los bienes.

Se consideran tales los incumplimientos de las medidas de seguridad que pueden provocar el desencadenamiento de los peligrosos que se pretenden evitar con tales medidas, en relación con:

- Reducción de distancias de seguridad.
- Reducción de distancias de cruzamientos y paralelismos.
- Falta de continuidad del circuito de tierra.
- Tensiones de contacto superiores a los valores límites admisibles.

##### **9.9.4.2.- DEFECTO GRAVE.**

Es el que no supone un peligro inmediato para la seguridad de las personas o de los bienes, pero puede serlo al originarse un fallo en la instalación. También se incluye dentro de esta clasificación, el defecto que se puede reducir de modo sustancial la capacidad de utilización de la instalación eléctrica.

Dentro de este grupo, y con carácter no exhaustivo, se consideran los siguientes defectos graves:

- Falta de conexiones equipotenciales, cuando éstas fueran requeridas.
- Degradación importante del aislamiento.

- Falta de protección adecuada contra cortacircuitos y sobrecargas de los conductores, en función de la intensidad máxima admisible en los mismos, de acuerdo con sus características y condiciones de la instalación.
- Defectos en la conexión de los conductores de protección a las masas, cuando estas conexiones fueran preceptivas.
- Sección insuficiente de los cables y circuitos de tierras.
- Existencia de partes o puntos de la línea cuya defectuosa ejecución o mantenimiento pudiera ser origen de averías o daños.
- Naturaleza o características no adecuadas de los conductores utilizados.
- Empleo de equipos y materiales que no se ajusten a las especificaciones vigentes.
- Ampliaciones o modificaciones de una instalación que no se hubieran tramitado según lo establecido en la ITC-LAT 04.
- No coincidencia entre las condiciones reales del tendido con las condiciones de cálculo del proyecto (aplicable a líneas aéreas).
- La sucesiva reiteración o acumulación de defectos leves.

#### **9.9.4.3.- DEFECTO LEVE.**

Es todo aquel que no supone peligro para las personas o los bienes, no perturba el funcionamiento de la línea y en el que la desviación respecto de lo reglamentado no tiene valor significativo para el uso efectivo o el funcionamiento de la línea.

### **9.10.- MANTENIMIENTO ELÉCTRICO APLICADO A LA FÁBRICA.**

La necesidad del mantenimiento preventivo en las instalaciones eléctricas, tanto en las de alta tensión se multiplica en función de los daños que podría ocasionar su parada por avería, tanto se trate de instalaciones públicas como privadas.

Tratándose de una costosa reparación, su revisión debe efectuarse con la periodicidad establecida en su proyecto de instalación, adecuándola en todo momento a las especiales características de su utilización, ubicación, etc.

#### **9.10.1.- TIPOS DE MANTENIMIENTO.**

Van a ser los mismos descritos en el apartado 7.6.1.

#### **9.10.2.-NORMAS BÁSICAS PREVIAS.**

Detallamos unos consejos básicos y generales que hay que tener en cuenta antes de ponerse a realizar labores de mantenimiento:

- Planificar el trabajo con antelación a la parada y desconexión de las líneas aéreas de Alta Tensión de la Red principal, teniendo en cuenta las “cinco reglas de oro”, solicitando los permisos y efectuando todos los avisos necesarios.
- Recopilar toda la información técnica relativa al Transformador y sus equipos (ventiladores, sistemas de control y seguridad, etc.)
- Revisar todo el protocolo de seguridad necesario, incluyendo los equipos necesarios: puestas a tierra, señalizaciones, etc.
- Seleccionar el personal necesario para la tarea de mantenimiento entre los capacitados para ello, así como los medios materiales y herramientas, vehículos, grúas, etc.

##### **9.10.2.1.-REGLAS DE ORO. [29]**

Aunque cada instalación tendrá unas características específicas, siempre se procederá a desconectar la línea de la Red de la acometida, tomando todas las medidas de seguridad necesarias establecidas en el protocolo.

Para ello citaremos las 5 reglas de oro y son:

1. Abrir con corte visible o corte “efectivo” todas las posibles fuentes de tensión que puedan existir mediante la aparamenta al efecto; seccionadores, interruptores automáticos, etc.
2. Bloqueo de la aparamenta que hayamos desconectado.
3. Comprobar la ausencia de tensión.
4. Puesta a tierra y en cortocircuito.
5. Delimitación y señalización.

La aparamenta es un conjunto de aparatos que permiten el corte, protección eléctrica y mando de las instalaciones eléctricas, entre ellos están: seccionador, fusible, relé térmico, disyuntor, interruptor diferencial o el contactor.

La descripción detallada de las 5 reglas de Oro es similar a la explicada anteriormente en el apartado 8.7.2.1.

#### **9.10.3.- MATERIALES E INSTRUMENTOS DE MEDIDA.**

- Linternas (de mano o de llevar en la cabeza)
- Equipos de Protección Individual ó EPI's (guantes, gafas, botas de seguridad)
- Herramienta de electricista: Alicates (normal y corte) con aislamiento, destornilladores con aislamiento, tijeras, peladores de cable.
- Accesorios (clemas, terminales, )
- Material eléctrico (fusibles, interruptores, automáticos, diferenciales, fotocélulas, bocinas, lámparas, bombillas, pulsadores, cable de diferentes secciones, mangueras eléctricas, ...)
- Aparatos de medida calibrados o subcontratados a laboratorios acreditados según norma UNE-EN-ISO/IEC 17025:
  - Telúmetro.
  - Medidor de aislamiento de, al menos, 10 kV.
  - Pértiga detectora de la tensión correspondiente a la categoría solicitada.
  - Multímetro o tenaza para magnitudes: hasta 500V de tensión alterna y continua, 20A de intensidad alterna y continua, y medida de resistencia.
  - Ohmímetro con fuente de intensidad de continua de 50 A
  - Medidor de tensión de paso y contacto con fuente de intensidad de 50A como mínimo
  - Cámara termográfica.
  - Equipo verificador de la continuidad de conductores.
  - Prismáticos de, al menos, 8 aumentos.
- Escaleras simple (un tramo) y de tijera.
- Vehículo todoterreno.

#### **9.10.4.- TAREAS DE MANTENIMIENTO.**

Las líneas aéreas de transporte están sujetas a inspecciones reglamentarias, por pertenecer a instalaciones eléctricas de Alta Tensión. El objeto es de tener inspecciones periódicas por un Organismo de Control Autorizado (OCA) acreditados por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), a fin de asegurar el cumplimiento de las prescripciones reglamentarias a lo largo de su vida. La inspección es realizada por técnicos cualificados de este Organismo, en compañía de una persona que lleve el mantenimiento de la instalación o puede ser el propio titular si dispone de medios para ello. Esta inspección se realizará cada 3 años, según lo marca el reglamento.

ENAC es un organismo designado por la Administración para establecer y mantener el sistema de acreditación a nivel nacional, de acuerdo a normas internacionales, siguiendo en todo momento las políticas y recomendaciones establecidas por la Unión Europea.

También describiremos las tareas de mantenimiento preventivas, ajenas al Organismo, para tener las instalaciones siempre disponibles y operativas, ante cualquier imprevisto. La frecuencia del mantenimiento se ajustará con arreglo a las partes que hay que verificar, debido a que la mayoría de elementos se encuentran a gran altura.



Fig. 12 Poste eléctrico

Una de las grandes ayudas para la revisión de estos equipos es mediante un análisis termodinámico, como es el uso de cámaras termográficas, ya sea transportada en helicóptero o por un equipo de operarios a pie. De esta forma, se mide la temperatura de las instalaciones eléctricas para detectar aquellos puntos que mantienen temperaturas inadecuadamente altas (puntos calientes), evaluando el rendimiento que tendrían ante una posible punta de demanda de electricidad que incremente el paso de energía eléctrica por él.

Salvo las medidas realizadas en el mantenimiento preventivo de verificaciones a medir, el resto se hacen con la línea en tensión. Hay que tener en cuenta que por esta red de transporte estarán circulando una tensión igual o superior a 50 kV.

#### **9.10.4.1.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VERIFICACIONES A EXAMINAR.**

<b>Tareas a realizar</b>	<b>Frecuencia</b>
Comprobar el estado del acceso a los postes con las señalizaciones de peligro.	3 meses
Comprobar el estado general de los postes	3 meses
Comprobar la conexión del cable da tierra.	3 meses
Revisar la estructura general de los postes, si está deteriorado/oxidado, problemas de estabilidad, existencia de vientos, protección avifauna, existencia de apoyos de madera.	3 meses
Comprobar visualmente si existen aisladores rotos o contorneados, grapas/retenciones en mal estado, existencia de aisladores rígidos y su sustitución.	3 meses
Comprobar si el conductor está deteriorado, existen venas rotas, puentes o conexiones defectuosas.	3 meses
Comprobar estado del cable de tierra, ausencia de vanos en el cable, existencia salvapájaros.	3 meses
Comprobar si las distancias entre otras líneas son insuficientes frente a líneas de BT, con el terreno a < 6m, con carreteras.	3 meses
Comprobar las zonas de paso a las instalaciones: comprobar distancias entre edificios < 4 o 5 m, especies protegidas y gestión de residuos, poda o corta ramajes, árboles y arbustos para mantener limpias las calles de la línea	6 meses
Revisar de forma visual y exhaustiva las líneas aéreas de alta tensión.	6 meses
Realizar actuaciones para la prevención de los riesgos relacionados con estos trabajos.	6 meses
Realizar mantenimiento en los postes: pintura, refuerzo, suplementos.	12 meses

Tabla 9. Tareas de mantenimiento preventivo a examinar

Este tipo de mantenimiento preventivo lo realizarán los operarios cualificados para dicha revisión eléctrica, siempre bajo el consentimiento de su encargado de mantenimiento, sin la necesidad de estar presente.

Mediante las órdenes de trabajo del mantenimiento preventivo, que rellenarán los operarios, se realizará las labores de mantenimiento anteriormente descritas.

Posteriormente se hará la supervisión de todo por el encargado. En cada una de estas órdenes se debe rellenar todos los datos, como: ubicación, fecha, número de orden de trabajo, operario, horas de mantenimiento, incidencias, materiales, etc.

Después de esta orden rellena se consultará de las incidencias encontradas, para generar una orden de trabajo de tipo correctivo.

**9.10.4.2.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VERIFICACIONES POR MEDIDA.**

<b>Mantenimiento</b>	<b>Tarea a realizar</b>	<b>Frecuencia</b>
Resistencia de puesta a tierra de cada poste eléctrico	Medir la resistencia de puesta a tierra, como se explica en el apartado 6.4.2.2	anual (en verano)
Aislamiento de los postes de las líneas aéreas.	Resistencia de aislamiento entre conductor y tierra y entre dos conductores, como se explica en el apartado 6.4.2.3	anual
Tensión de contacto y comprobación de interruptores diferenciales	Medir la resistencia, como se explica en el apartado 6.4.2.8	anual
Verificación de “puntos calientes” en los aisladores y conexiones de línea	Comprobación de aisladores/pasatapas mediante cámara infrarroja	anual

Tabla 10. Tareas de mantenimiento preventivo a medir

En este tipo de mantenimiento preventivo lo realizarán los operarios cualificados para tal revisión, con la colaboración del encargado de mantenimiento. Para ello se rellenará la orden de trabajo con cada una de las medidas encontradas, anotando todas las medidas para su estudio posterior. El encargado dará validez a lo medido, al comprobarlo con los valores que debería haber dado, teniendo en cuenta su tolerancia.

En cada una de estas órdenes se debe rellenar todos los datos en la orden, como: ubicación, fecha, número de orden de trabajo, operario, horas de mantenimiento, incidencias, materiales, etc.

Después de esta orden rellena se consultará de las incidencias encontradas, para generar una orden de trabajo de tipo correctivo.

La última medida se realizará cuando se reestablezca el servicio en la red de transporte.

**9.10.4.3.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR EL ORGANISMO DE CONTROL AUTORIZADO (OCA).**

<b>Tareas a realizar</b>	<b>Frecuencia</b>
Accesos y señalizaciones: comprobar el estado del acceso, placas de peligro.	3 años
Cimentaciones: comprobar que las bancadas están recubiertas de hormigón y no se encuentra la peana en mal estado o agrietada	
Puestas a tierra: comprobar que esté correctamente, no esté suelta y sea el cable adecuado al Reglamento.	
Apoyos y estructuras: revisar el aspecto general, si está deteriorado/oxidado, problemas de estabilidad, existencia de vientos, protección avifauna, existencia de apoyos de madera.	
Aisladores y herrajes: comprobar si existen aisladores rotos o contorneados, grapas/retenciones en mal estado, existencia de aisladores rígidos y su sustitución.	
Conductores y aparamenta: comprobar si el conductor está deteriorado/venas rotas, puentes o conexiones defectuosas	
Cables de tierra y accesorios: comprobar estado del cable, ausencia de vanos en el cable, existencia salvapájaros.	
Comprobar si las distancias entre otras líneas son insuficientes frente a líneas de BT, con el terreno a $< 6\text{m}$ , con carreteras.	
Comprobar las zonas de paso a las instalaciones: comprobar distancias entre edificios $< 4$ o $5\text{ m}$ , especies protegidas y gestión de residuos, poda o corta ramajes, árboles y arbustos para mantener limpias las calles de la línea	

Tabla 11. Tareas de mantenimiento preventivo por el Organismo de Control

En todas estas tareas a realizar por el Organismo de control, nos informará del estado de nuestro líneas aéreas de transporte de energía y si se ha realizado bien el mantenimiento preventivo hasta la inspección. Esto es de vital importancia para la empresa, ya que puede suponerse de tener unos gastos elevados por no haberse llevado un buen mantenimiento, que es lo principal de toda empresa, de no tener grandes paradas de producción y tener bajos costes en reparación.

Según el informe que presente el Organismo de Control, sobre las incidencias que se hayan encontrado, se emitirá un plazo para subsanar todo lo que estuviera en mal estado. De no ser así, dicho Organismo procedería en una sanción que podría provocar el corte de suministro eléctrico en la fábrica, por no pasar la inspección; Y mandando copia al Ministerio de Industria y Energía.





**9.10.5.-PLANIFICACIÓN.**

OPERACIONES DE TRABAJO	Frecuencia	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Comprobar el estado del acceso a los postes con las señalizaciones de peligro.	3M													VERIFICACIONES A EXAMINAR
Comprobar el estado general de los postes	3M													
Comprobar la conexión del cable da tierra.	3M													
Revisar la estructura general de los postes, si está deteriorado/oxidado, problemas de estabilidad, etc.	3M													
Comprobar visualmente si existen aisladores rotos o contorneados, grapas/retenciones en mal estado, etc.	3M													
Comprobar si el conductor está deteriorado, existen venas rotas, puentes o conexiones defectuosas.	3M													
Comprobar estado del cable de tierra, ausencia de vanos en el cable, existencia salvapájaros.	3M													
Comprobar si las distancias entre otras líneas son insuficientes frente a líneas de BT, etc.	3M													
Comprobar las zonas de paso a las instalaciones: comprobar distancias entre edificios < 4 o 5 m, etc.	6M													
Revisar de forma visual y exhaustiva las líneas aéreas de alta tensión.	6M													
Realizar actuaciones para la prevención de los riesgos relacionados con estos trabajos.	6M													
Realizar mantenimiento en los postes: pintura, refuerzo, suplementos.	12M													

Tabla 12. Verificaciones a examinar

OPERACIONES DE TRABAJO	Frecuencia	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Resistencia de puesta a tierra de cada poste eléctrico	12M													VERIFICACIONES A MEDIR
Aislamiento de los postes de las líneas aéreas.	12M													
Tensión de contacto y comprobación de interruptores diferenciales	12M													
Verificación de “puntos calientes” en los aisladores y conexiones de línea	12M													

Tabla 13. Verificaciones a medir

	Operación a realizar.
	No operativo

**9.10.6.- REGISTRO.**

Situación similar a la descrita en el apartado 7.6.6.

## **10.- CÓDIGO TÉCNICO DE EDIFICACIÓN (CTE). [5]**

El Código Técnico de la Edificación (CTE), es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para saber los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad, en desarrollo de lo previsto en la disposición final segunda de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

Esta Ley "tiene por objeto regular en sus aspectos esenciales el proceso de la edificación, estableciendo las obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en dicho proceso, así como las garantías necesarias para el adecuado desarrollo del mismo, con el fin de asegurar la calidad mediante el cumplimiento de los requisitos básicos de los edificios y la adecuada protección de los intereses de los usuarios".

Según la LOE "tendrán la consideración de edificación..., y requerirán un proyecto... las obras de edificación de nueva construcción, ...las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación..., las obras que tengan el carácter de intervención total en edificaciones catalogadas o que dispongan de algún tipo de protección de carácter ambiental o histórico-artístico..." y considera "comprendidas en la edificación sus instalaciones fijas y el equipamiento propio, así como los elementos de urbanización que permanezcan adscritos al edificio".

### **10.1.-INTRODUCCIÓN AL CTE. [22]**

La LOE establece los siguientes requisitos básicos que deben satisfacerse con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente:

- los relativos a la funcionalidad (utilización, accesibilidad y acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información).
- los relativos a la seguridad (estructural, en caso de incendio y de utilización).
- los relativos a la habitabilidad (higiene, salud y protección del medio ambiente, protección contra el ruido, ahorro de energía y aislamiento térmico y otros aspectos funcionales)

En su disposición final segunda, la LOE autoriza al Gobierno para la aprobación de un Código Técnico de la Edificación que establezca las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

Hasta que se apruebe el CTE, para satisfacer los requisitos básicos se aplicarán las Normas Básicas de la Edificación (NBE) y las demás reglamentaciones técnicas de obligado cumplimiento.

## **10.2.- OBJETO DE LA CTE. [18]**

Con el fin de facilitar su comprensión, desarrollo, utilización y actualización, el CTE se ordena en dos partes:

a) La primera parte contiene las disposiciones y condiciones generales de la aplicación de CTE y las exigencias básicas que deben cumplir.

El CTE establece las exigencias en función de los siguientes aspectos:

- Seguridad
  - SE: Seguridad estructural
  - SI: Seguridad en caso de incendio
  - SU: Seguridad de utilización
- Habitabilidad
  - HS: Higiene, salud y protección del medio ambiente
  - HR: Protección contra el ruido
  - HE: Ahorro de energía y aislamiento térmico

Los requisitos básicos relativos a la funcionalidad y los aspectos funcionales de los elementos contractivos se regirán por su normativa específica.

Las exigencias básicas deben cumplirse en el proyecto, la construcción, el mantenimiento y la conservación de los edificios y sus instalaciones.

b) La segunda está formada por los denominados Documentos Básicos (DB), para el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE. Estos documentos, basados en el conocimiento consolidado de las distintas técnicas constructivas, se actualizarán en función de los avances técnicos y las demandas sociales y se aprobarán reglamentariamente.

Los DB contienen la caracterización de las exigencias básicas y su cuantificación, en la medida en que el desarrollo científico de la edificación lo permite, mediante el establecimiento de los niveles o valores límite de las prestaciones de los edificios o sus partes, entendidas dichas prestaciones como el conjunto de características cualitativas o cuantitativas del edificio, identificables objetivamente, que determinan su aptitud para cumplir las exigencias básicas correspondientes; y unos procedimientos cuya utilización acredita el cumplimiento de aquellas exigencias básicas, concretados en forma de métodos de verificación o soluciones sancionadas por la práctica.

También podrán contener remisión o referencia a instrucciones, reglamentos u otras normas técnicas a los efectos de especialización y control de los materiales, métodos de ensayo y datos o procedimientos de cálculo, que deberán ser tenidos en cuenta en la redacción del proyecto del edificio y su construcción.

Para este proyecto se va a desarrollar los documentos básicos (DB) relacionados con la seguridad (SU) y la de ahorro de la energía y aislamiento térmico (HE).

### **10.3.- ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL CTE.**

El CTE será de aplicación, en los términos establecidos en la LOE y con las limitaciones que en el mismo se determinan, a las edificaciones públicas y privadas cuyos proyectos precisen disponer de la correspondiente licencia o autorización legalmente exigible.

El CTE se aplicará a las obra de edificación de nueva construcción, excepto a aquellas construcciones de sencillez técnica y de escasa entidad constructiva, que no tengan carácter residencial o público, ya sea de forma eventual o permanente, que se desarrollen en una sola planta y no afecten a la seguridad de las personas.

Igualmente, el CTE se aplicará a las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación que se realicen en edificios existentes, siempre y cuando dichas obras sean compatibles con la naturaleza de la intervención y, en su caso, con el grado de protección que puedan tener los edificios afectados. La posible incompatibilidad de aplicación deberá justificarse en el proyecto y, en su caso, compensarse con medidas alternativas que sean técnica y económicamente variables.

### **10.4.- SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA (DB-SU-4). [19]**

Se limitará el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los edificios, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.

#### **10.4.1.- OBJETO DE LA DB SU-4.**

El Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad de utilización. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SU1 a SU8 de abril 2009. La correcta aplicación del conjunto de DB supone que se satisface el requisito básico “Seguridad de utilización”.

No es objeto de este Documento Básico la regulación de las condiciones de accesibilidad no relacionadas con la seguridad de utilización que deben cumplir los edificios. Dichas condiciones se regulan en la normativa que sea de aplicación.

Tanto el objetivo del requisito básico “Seguridad de utilización”, como las exigencias básicas se establecen en el artículo 12 del CTE y son los siguientes:

- El objetivo del requisito básico “Seguridad de utilización” consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños inmediatos durante el uso previsto del mismo como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
- Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

- El Documento Básico DB-SU “Seguridad de Utilización” especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles de calidad propios del requisito básico de seguridad de utilización.

#### **10.4.2.-ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LA DB SU-4.**

El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en el artículo 2 de la parte 1. Su contenido se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico “Seguridad de utilización”. También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.

La protección frente a los riesgos específicamente relacionados con la seguridad y salud en el trabajo, con las instalaciones y con las zonas y elementos de uso reservado a personal especializado en mantenimiento, reparaciones, etc., se regula en su reglamentación específica.

Como en el conjunto del CTE, el ámbito de aplicación de este DB son las obras de edificación. Por ello, los elementos del entorno del edificio a los que les son aplicables sus condiciones son aquellos que formen parte del proyecto de edificación.

Conforme al artículo 2, punto 3 de la ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE), se consideran comprendidas en la edificación sus instalaciones fijas y el equipamiento propio, así como los elementos de urbanización que permanezcan adscritos al edificio. Las exigencias que se establezcan en este DB para los edificios serán igualmente aplicables a los establecimientos.

#### **10.4.3.- ALUMBRADO NORMAL EN ZONAS DE CIRCULACIÓN.**

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, como mínimo, el nivel de iluminación que se establece en la tabla 1, medido a nivel del suelo:

ZONAS			ILUMINACIÓN MÍNIMA (Lux)
Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras	10
		Resto de zonas	5
	Para vehículos o mixtas		10
Interior	Exclusiva para personas	Escaleras	75
		Resto de zonas	50
	Para vehículos o mixtas		50

Tabla 18 Niveles mínimos de iluminación.

En las zonas de los establecimientos de uso Pública de Concurrencia en las que la actividad se desarrolle con un nivel bajo de iluminación, como es el caso de los cines, teatros, auditorios, discotecas, etc., se dispondrá una iluminación de balizamiento en las rampas y en cada uno de los peldaños de las escaleras.

#### **10.4.4.- ALUMBRADO DE EMERGENCIA.**

El alumbrado de emergencia es un circuito de alumbrado automático e independiente que se utiliza para señalar las zonas de evacuación en caso de emergencia y cuando no funcione el alumbrado habitual. La puesta en servicio de la alimentación de emergencia no depende de la intervención de un operador.

La Legislación española establece que deben estar dotados de alumbrados de emergencia todos los locales que sean de pública concurrencia tales como los de espectáculos y actividades recreativas (cines, estadios, discotecas...), los de reunión (templos, bares, salas de congresos...), de trabajo, sanitarios así como cualquier local que tenga capacidad para más de cien personas.

La normativa define dos tipos de alumbrado de emergencia: el de seguridad y el de reemplazamiento.

a) Alumbrado de seguridad se divide a su vez en tres subtipos: el de evacuación, el de ambiente o anti-pánico y el de zonas de alto riesgo.

- Alumbrado de evacuación: es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.
- Alumbrado ambiente o anti-pánico: es el alumbrado de emergencia previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos. Es el utilizado en grandes aglomeraciones de público tales como estadios de fútbol o grandes pabellones deportivos. Deberá funcionar como mínimo el tiempo que se considere necesario para asegurar la evacuación total del público que haya en dichas instalaciones.
- Alumbrado de zonas de alto riesgo: es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local. El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

b) Alumbrado de reemplazamiento: es un alumbrado especial de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales en casos de extrema necesidad, a través de equipos que suministran electricidad de manera independiente por la ausencia de red.

Comúnmente se le denomina Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI). Se utiliza en los quirófanos de los hospitales.

**10.4.4.1.- DOTACIÓN.**

Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Contarán con alumbrado de emergencia las zonas y los elementos siguientes:

- Todo recinto cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- Los recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro, definidos en el Anejo A de DB SI.
- Los aparcamientos cerrados o cubiertos cuya superficie construida exceda de 100 m<sup>2</sup>, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los de riesgo especial, indicados en DB-SI 1.
- Los aseos generales de planta en edificios de uso público.
- Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.
- Las señales de seguridad.

**10.4.4.2.- POSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS.**

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

- a) Se situarán al menos de 2 m por encima del nivel del suelo.
- b) Se dispondrá de una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
  - 1. En las puertas existentes en los recorridos de evacuación.
  - 2. En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.
  - 3. En cualquier otro cambio de nivel.
  - 4. En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

**10.4.4.3.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.**

La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia.

Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.



El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50 % del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100 % a los 60 s.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

- en las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.
- En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo.
- A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techo y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las iluminarias y al envejecimiento de las lámparas.
- Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático  $R_A$  de las lámparas será 40.

#### ***10.4.4.4.- ILUMINACIÓN DE LAS SEÑALES DE SEGURIDAD.***

La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los primeros auxilios, deben cumplir los siguientes requisitos:

- La luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de  $2 \text{ cd/m}^2$  en todas las direcciones de visión importantes.
- La relación de la iluminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes.
- La relación entre la luminancia  $L_{\text{blanca}}$  y la luminancia  $L_{\text{color}} > 10$ , no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.
- Las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50 % de la iluminancia requerida, al cabo de 5 s, y al 100% al cabo de los 60 s.

### **10.5.- SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DEL RAYO (DB-SU-8). [19]**

Se limitará el riesgo de electrocución y de incendio causado por la acción del rayo, mediante instalaciones adecuadas de protección contra el rayo.

#### **10.5.1.- OBJETO DE LA DB SU-8.**

Será el mismo que el aplicado en el apartado 10.4.1.

#### **10.5.2.- ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL DB SU-8.**

Será el mismo que el aplicado en el apartado 10.4.2.

#### **10.5.3.- PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN.**

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo, en los términos que se establecen en el apartado 2, cuando la frecuencia esperada de impactos  $N_e$  sea mayor que el riesgo admisible  $N_a$ .

Los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivas y los edificios cuya altura sea superior de 43 m dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo de eficiencia E superior o igual a 0,98, según lo indicado en el apartado 2.

La frecuencia esperada de impactos,  $N_e$ , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \text{ [nº impactos/año]}$$

Siendo:

$N_g$  densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año, km<sup>2</sup>), obtenida según la Fig. 16.



C<sub>5</sub> coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla 23.

Zonas	Cubierta metálica	Cubierta hormigón	Cubierta madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Tabla 20. Coeficiente C<sub>2</sub>

Edificio con contenido inflamable	--	--	3
Otros contenidos	--	--	1

Tabla 21. Coeficiente C<sub>3</sub>

Edificios no ocupados normalmente	--	--	0,5
Usos Pública Concurrencia, sanitario, comercial, docente	--	--	3
Resto de edificios	--	--	1

Tabla 22. Coeficiente C<sub>4</sub>

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	--	--	5
Resto de edificios	--	--	1

Tabla 23. Coeficiente C<sub>5</sub>

#### 10.5.4.- TIPO DE INSTALACIÓN EXIGIDO.

La eficacia E requerida para una instalación de protección contra el rayo se determina mediante la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e}$$

La tabla 24 indica el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida.

Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E \geq 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,80$ (*)	4

Tabla 24. Componentes de la instalación

\*dentro de estos límites de eficiencia requerida, la instalación de protección contra el rayo no es obligatoria.

### ***10.5.5.- CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN FRENTE AL RAYO.***

Los sistemas de protección contra el rayo deben constar de un sistema externo, un sistema interno y una red de tierra de acuerdo a los siguientes apartados.

#### ***10.5.1.1.- SISTEMA EXTERNO.***

El sistema externo de protección contra el rayo está formado por dispositivos captadores y por derivadores o conductores de bajada.

En la primera de ellas, los diferentes diseños de la instalación de los dispositivos captadores y pueden ser: Puntas de Franklin, mallas conductoras y pararrayos con dispositivo de cebado. En estos casos se repartirán a lo largo del perímetro del espacio a proteger, de forma que su separación media no exceda de lo indicado en función del nivel de protección.

El diseño de la instalación se hará de manera que, en función del nivel de protección requerido, el edificio quede dentro del volumen protegido determinado por alguno de los siguientes métodos, que pueden utilizarse de forma separada o combinada:

- Por ángulo de protección.
- Por esfera rodante.
- Por mallado o retícula.

En el segundo de ellos, los derivadores, conducirán la corriente de descarga atmosférica desde el dispositivo captador a la toma de tierra, sin calentamientos y sin elevadores de potencial peligrosos, por lo que deben preverse:

- Al menos un conductor de bajada por cada punta Franklin o pararrayos con dispositivo de cebado, y un mínimo de dos cuando la protección horizontal del conductor sea superior a su proyección vertical o cuando la altura de la estructura que se protege sea mayor que 28 metros.
- Longitudes de las trayectorias lo más reducidas posible.
- Conexiones equipotenciales entre los derivadores a nivel del suelo y cada 20 metros.

#### ***10.5.5.2.- SISTEMA INTERNO.***

Este sistema comprende los dispositivos que reducen los efectos eléctricos y magnéticos de la corriente de la descarga atmosférica dentro del espacio a proteger.

Deberá unirse a la estructura metálica del edificio, la instalación metálica, los elementos conductores externos, los circuitos eléctricos y de telecomunicación del espacio a proteger y el sistema externo de protección si lo hubiera, con conductores de equipotencialidad o protectores de sobretensiones a la red de tierra.

Cuando no pueda realizarse la unión equipotencial de algún elemento conductor, los conductores de la bajada se dispondrán a una distancia de dicho elemento superior a la distancia de seguridad  $d_s$ . La distancia de seguridad  $d_s$  será igual a:

$$d_s = 0,1 \cdot L$$

Siendo L, la distancia vertical desde el punto en que se considera la proximidad hasta la toma de tierra de la masa metálica o la unión equipotencial más próxima. En el caso de canalizaciones exteriores de gas, la distancia de seguridad será de 5 m como mínimo.

#### **10.5.5.3.- RED DE TIERRA.**

La red de tierra será la adecuada para dispersar en el terreno la corriente de las descargas atmosféricas.

## **10.6.- EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN (DB-HE-3). [6] y [23]**

Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

### **10.6.1.- OBJETO DE LA DB HE-3.**

Por otro lado, el Documento Básico (DB) también tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HE1 a HE5 de abril 2009.

La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico “Ahorro de energía”.

Tanto el objetivo del requisito básico “Ahorro de energía”, como las exigencias básicas se establecen el artículo 15 del CTE y son los siguientes:

- El objetivo del requisito básico “Ahorro de energía” consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
- Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
- El Documento Básico DB-HE “Ahorro de energía” especifica parámetros y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito de ahorro de energía.

### **10.6.2.-ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL DB HE-3.**

Esta sección es de aplicación a las instalaciones de iluminación interior en:

- a) Edificios de nueva construcción.
- b) Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m<sup>2</sup>, donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada.
- c) Reformas de locales comerciales y de edificios de uso administrativo en los que se renueve la instalación de iluminación.

Se excluyen del ámbito de aplicación:

- a) Edificios y monumentos con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando el cumplimiento de las exigencias de esta sección pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto.

- b) Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a 2 años.
- c) Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.
- d) Edificios independientes con una superficie útil total inferior a 50 m<sup>2</sup>.
- e) Interiores de viviendas.

En los casos excluidos en el punto anterior, en el proyecto se justificarán las soluciones adoptadas, en su caso, para el ahorro de energía en la instalación de iluminación

Se excluyen, también, de este ámbito de aplicación los alumbrados de emergencia.

### ***10.6.3.- PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN.***

Para la aplicación de esta sección debe seguirse la secuencia de verificaciones que se expone a continuación:

- a) Cálculo del valor de eficiencia energética de la instalación VEEI en cada zona, constatando que no se superan los valores límite consignado en la tabla 2.1 del apartado 2.1.
- b) Comprobación de la existencia de un sistema de control y, en su caso, de regulación que optime el aprovechamiento de la luz natural, cumpliendo lo dispuesto en el apartado 2.2.
- c) Verificación de la existencia de un plan de mantenimiento, que cumpla con lo dispuesto en el apartado 5.

### ***9.6.4.- DOCUMENTACIÓN JUSTIFICATIVA.***

En la memoria del proyecto para cada zona figurarán junto con los cálculos justificativos al menos:

- a) el índice del local (K) utilizado en el cálculo.
- b) El número de puntos considerados en el proyecto.
- c) El factor de mantenimiento (Fm) previsto.
- d) La iluminancia media horizontal mantenida (Em) obtenida.
- e) El índice de deslumbramiento unificado (UGR) alcanzado.
- f) Los índices de rendimiento de color (Ra) de las lámparas seleccionadas.
- g) El valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) resultante en el cálculo.
- h) Las potencias de los conjuntos: lámpara más equipo auxiliar.

Asimismo debe justificarse en la memoria del proyecto para cada zona el sistema de control y regulación que corresponda.



### 10.6.5.- CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS.

#### 10.6.5.1.- VALOR DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN.

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI ( $\text{W/m}^2$ ) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$\text{VEEI} = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

Siendo:

P la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares (W)

S superficie iluminada ( $\text{m}^2$ )

$E_m$  la iluminancia media horizontal mantenida (lux)

Con el fin de establecer los correspondientes valores de eficiencia energética límite, las instalaciones de iluminación se identificarán, según el uso de la zona, dentro de uno de los 2 grupos siguientes:

a) Grupo 1: zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética.

b) Grupo 2: zonas de representación o espacios donde el criterio, de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética.

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 8. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

Grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
Zonas de no representación (grupo 1)	Administrativo en general	3,5
	Andenes de estaciones de transporte	3,5
	Salas de diagnóstico	3,5
	Pabellones de exposición o ferias	3,5
	Aulas y laboratorios	4,0
	Habitaciones de hospital	4,5
	Zonas comunes	4,5
	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	Aparcamientos.	5
	Espacios deportivos	5
	Recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior.	4,5
Zonas de representación (grupo 2)	Administrativo en general	6
	Estaciones de transporte	6
	Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6

Bibliotecas, museos y galerías de arte	6
Zonas comunes en edificios residenciales	7,5
Centros comerciales (excluidas tiendas)	8
Hostelería y restauración	10
Religioso en general	10
Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias.	10
Tiendas y pequeño comercio	10
Zonas comunes	10
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12
Recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10

Tabla 25. Valores límite de la eficiencia energética de la instalación.

#### **10.6.5.2.- SISTEMAS DE CONTROL Y REGULACIÓN.**

Las instalaciones de iluminación dispondrán, para cada zona, de un sistema de regulación y control con las siguientes condiciones:

a) Toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no se disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en los cuadros eléctricos como único sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia de temporización.

b) Se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana. Y en todas las situadas bajo un lucernario, como las zonas de los grupos 1 y 2 que cuenten con cerramientos acristalados al exterior, a patios o atrios, cuando éstas cumplan simultáneamente unas condiciones específicas de ángulos y distancias. Quedan excluidas de cumplir las exigencias de estos cerramientos en zonas como: zonas comunes en edificios residenciales, habitaciones de hospital, habitaciones de hoteles, hostales, etc.

#### **10.6.6.- CÁLCULO.**

##### **10.6.6.1.- DATOS PREVIOS.**

Para determinar el cálculo y las soluciones luminotécnicas de las instalaciones de iluminación interior, se tendrán en cuenta parámetros tales como:

- El uso de la zona a iluminar.
- El tipo de tarea a realizar.
- Las necesidades de luz y del usuario del local.
- El índice K del local o dimensiones del espacio (longitud, anchura y altura útil).
- La reflectancia de las paredes, techo y suelo de la sala.

- Las características y tipo de techo
- Las condiciones de la luz natural
- El tipo de acabado y decoración.
- El mobiliario previsto.

Podrá utilizarse cualquier método de cálculo que cumpla las exigencias de esta sección, los parámetros de iluminación y las recomendaciones para el cálculo contenidas en la normativa UNE-EN 12464-1:2003

El índice del local (K) se calcula en función de:

$$K = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$$

Siendo:

L la longitud del local.

A la anchura del local.

H la distancia del plano de trabajo a las luminarias.

El número de puntos mínimo a considerar en el cálculo de la iluminaria media (E) será:

- a) 4 puntos si  $K < 1$
- b) 9 puntos si  $2 > K \geq 1$
- c) 16 puntos si  $3 > K \geq 2$
- d) 25 puntos si  $K \geq 3$

#### **10.6.6.2.- MÉTODO DE CÁLCULO.**

El método de cálculo utilizado, que quedará establecido en la memoria del proyecto, será el adecuado para el cumplimiento de las exigencias de esta sección y utilizará como datos y parámetros de partida, al menos, los consignados en el apartado de datos previos, así como los derivados de los materiales adoptados en las soluciones propuestas, tales como lámparas, equipos auxiliares y luminarias.

Se obtendrán como mínimo los siguientes resultados para cada zona:

- a) valor de eficiencia de la instalación VEEI.
- b) Iluminancia media horizontal mantenida  $E_m$  en el plano de trabajo.
- c) Índice de deslumbramiento unificado UGR para el observador.

El método de cálculo se formalizará bien manualmente o a través de un programa informático, que ejecutará los cálculos referenciados obteniendo como mínimo los resultados mencionados en el anterior apartado. Estos programas informáticos podrán establecerse en su caso como Documentos Reconocidos.

### 10.6.7.- PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN.

Las lámparas, equipos auxiliares, luminarias y resto de dispositivos cumplirán lo dispuesto en la normativa específica para cada tipo de material. Particularmente, las lámparas fluorescentes cumplirán con los valores admitidos por el Real Decreto 838/2002, de 2 de agosto, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

Salvo justificación, las lámparas utilizadas en la instalación de iluminación de cada zona tendrán limitada las pérdidas de sus equipos auxiliares, por lo que la potencia del conjunto lámpara más equipo auxiliar no superará los valores indicados en las tablas siguientes:

Potencia nominal de lámpara (W)	Potencia total del conjunto (W)		
	Vapor de mercurio	Vapor de sodio alta presión	Vapor de halogenuros metálicos
50	60	62	--
70	--	84	84
80	92	--	--
100	--	116	116
125	139	--	--
150	--	171	171
250	270	277	270 (2,15A) 277 (3A)
400	425	435	425 (3,5A) 435 (4,6A)

Tabla 26. Lámparas de descarga.

Estos valores no se aplicaran a los balastos de ejecución especiales tales como secciones reducidas o reactancias de doble nivel.

Potencia nominal de lámpara (W)	Potencia total del conjunto (W)
35	43
50	60
2 x 35	85
3 x 25	125
2 x 50	120

Tabla 27. Lámparas halógenas de baja tensión

#### 10.6.7.1.- CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRA DE PRODUCTOS.

Se comprobará que los conjuntos de las lámparas y sus equipos auxiliares disponen de un certificado del fabricante que acredite su potencia total.

### ***10.7.- MANTENIMIENTO ELÉCTRICO APLICADO A LA FÁBRICA.***

La necesidad de tener un mantenimiento en unas instalaciones eléctricas se multiplica en función de los daños que podrían ocasionar en maquinaria y a personas, pero en las instalaciones de protección contra el rayo deberán procesarse con la máxima urgencia las reparaciones precisas, ya que un funcionamiento deficiente representa un riesgo muy superior al que supondría su existencia.

Su revisión debe efectuarse con una periodicidad establecida en un proyecto de la instalación, adecuándola en todo momento, a las especiales características de utilización, ubicación, etc.

También se establece un cuadro de inspecciones por organismos de control, en el caso de instalaciones cuya seguridad ofrece particular relevancia, sin obviar que los titulares de las mismas deben mantenerlas en buen estado.

#### ***10.7.1.- TIPOS DE MANTENIMIENTO.***

Van a ser los mismos descritos en el apartado 7.6.1.

#### ***10.7.2.-NORMAS BÁSICAS.***

Vamos a detallar unos consejos básicos y generales que hay que tener en cuenta antes de ponerse a realizar labores de mantenimiento:

- Planificar el tipo de trabajo (MP o MC) con antelación a una parada y desconexión del sistema eléctrico, solicitando permisos y efectuando todos los avisos necesarios.
- Recopilar información técnica relativa a la instalación y a los cuadros eléctricos.
- Revisar todo el protocolo de seguridad necesario, incluyendo equipos necesarios: puestas a tierra, señalizaciones, EPI's, etc.
- Seleccionar el personal necesario para la tarea de mantenimiento entre los capacitados para ello, así como los medios materiales y herramientas, vehículos, grúas, etc.
- Se prohíbe, en situaciones de tormenta, estar próximo al conductor que une el pararrayos con la red de tierra.
- Siempre que haya caído algún rayo en el pararrayos, se debe avisar al encargado de mantenimiento.

#### ***9.7.3.- MATERIALES E INSTRUMENTOS DE MEDIDA.***

- Linternas (de mano o de llevar en la cabeza)
- Epi's (guantes, gafas, botas de seguridad)
- Herramienta de electricista: Alicates (normal y corte) con aislamiento, destornilladores con aislamiento, tijeras, peladores de cable.
- Accesorios (clemas, terminales, etc. )

- Material eléctrico (fusibles, interruptores, automáticos, diferenciales, fotocélulas, bocinas, lámparas, bombillas, pulsadores, cable de diferentes secciones, mangueras eléctricas, etc.)
- Aparatos de medida (polímetro, megóhmetro, telúmetro, , lápices de tensión, detector de metales, pinza amperimétrica, luxómetro, etc.)
- Escaleras simple (un tramo) y de tijera.

#### ***10.7.4.- TAREAS DE MANTENIMIENTO.***

Analizando lo descrito en el Reglamento del Código Técnico de Edificación (CTE), se organizará un plan de mantenimiento con arreglo a los diversos sistemas que se compone la instalación (pararrayos e iluminación).

Entre las tareas que a continuación se van a describir, separaremos dos tipos de mantenimiento aplicados en la fábrica a aplicar: el preventivo y el correctivo.

Para ello vamos a desarrollar una serie de labores correspondientes al mantenimiento eléctrico a los que adecuaremos una fecha de revisión, según su uso e importancia dentro de la empresa.

También habrá que tener en cuenta de las inspecciones que se tienen que realizar por un Organismo de Control Autorizado (OCA) cada 4 años, para comprobar que se cumplen las prescripciones de seguridad marcadas en el Reglamento, y se mantienen en buen estado a lo largo de su vida. Esta inspección es realizada por técnicos cualificados, en compañía del personal que realice el mantenimiento de la fábrica.

En cuanto a las actuaciones de los organismos de control se refiere, estos deberán asegurarse de que las condiciones de seguridad de las instalaciones, productos, equipos o procesos a evaluar cumplen los requisitos establecidos en los reglamentos.

**10.7.4.1.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR VERIFICACIONES A EXAMINAR.**

Exigencias	Tareas a realizar	Frecuencia
SU-8	Revisar las sujeciones y estado del pararrayos cada vez que haya existido una descarga eléctrica	diaria
	Revisar los cables que van al alumbrado, grietas, sujeciones por fachada, etc.	mensual
	Comprobar el estado del pararrayos frente a la corrosión y posición.	mensual
	Comprobación visual de la continuidad eléctrica de la red conductora y su conexión a tierra	mensual
	Comprobar las conexiones en las arquetas del pararrayos	3 meses
	Realizar mantenimiento en el pararrayos: pintura, refuerzo, suplementos.	12 meses
SU-4	Revisión y sustitución del alumbrado interior, exterior y de emergencia	diaria
	Comprobar las conexiones en las arquetas de todas las farolas, alumbrado interior.	3 meses
	Limpieza y revisión de las arquetas de alumbrado.	6 meses
	Limpieza de todas las lámparas/iluminarias .	6 meses
HE-3	Limpieza de lámparas e iluminarias.	6 meses
	Comprobación de iluminación distintas zonas (exterior e interior) con el luxómetro.	12 meses

Tabla 28. Tareas de mantenimiento preventivo a examinar

Este tipo de mantenimiento preventivo lo realizarán los operarios cualificados para tal revisión, siempre con el consentimiento de su encargado.

Mediante las órdenes de trabajo del mantenimiento preventivo, que rellenarán los operarios de realizar las labores de mantenimiento anteriormente descritas, se hará su posterior revisión por el encargado de Mantenimiento.

En cada una de estas órdenes se debe rellenar todos los datos en la orden, como: ubicación, fecha, número de orden de trabajo, operario, horas de mantenimiento, incidencias, materiales, etc. Después de esta orden rellena se consultará de las incidencias encontradas, para generar una orden de trabajo de tipo correctivo.

#### 10.7.4.2.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VERIFICACIONES POR MEDIDA.

Mantenimiento preventivo	Tarea a realizar	Frecuencia
Resistencia de puesta a tierra del pararrayos (no supera los 10Ω)	Medir la resistencia de puesta a tierra, como se explica en el apartado 6.4.2.2	anual (en verano)
Resistencia de aislamiento en las arquetas (pararrayos, farolas y focos de interior)	Medir la resistencia de aislamiento, como se explica en el apartado 6.4.2.3	anual
Resistencia de aislamiento en los conductores	Medir la resistencia de aislamiento, como se explica en el apartado 6.4.2.3	anual
Comprobación de la iluminación (exterior/interior)	Medir con el luxómetro la cantidad de luz con arreglo a lo permitido	anual

Tabla 29. Tareas de mantenimiento preventivo a medir

Para el alumbrado exterior, se comprobará la iluminancia con luxómetro por personal técnico; se efectuará una limpieza de lámparas y luminarias, sin usar detergente muy alcalino o muy ácido para reflectores de aluminio.

Se reemplazará, según un plan de reposición en función de factores económicos.

Para el alumbrado interior, la reposición de lámparas de los equipos se efectuará cuando alcancen su duración media mínima. Dicha reposición se efectuará preferentemente por grupos de equipos completos y aéreas de iluminación. Todas las lámparas repuestas serán de las mismas características que las reemplazadas.

Las lámparas se limpiarán preferentemente en seco. Las luminarias se lavarán mediante paño humedecido en agua jabonosa y se secarán con gamuza o similar.

En este tipo de mantenimiento preventivo lo realizarán los operarios cualificados para tal revisión, con la colaboración del encargado de mantenimiento. Para ello se rellenará la orden de trabajo con cada una de las medidas encontradas, anotando todas las medidas para su estudio posterior. El encargado dará validez a lo medido al comprobarlo con los valores que debería haber dado, contemplando su tolerancia.

En cada una de estas órdenes se debe rellenar todos los datos en la orden, como: ubicación, fecha, número de orden de trabajo, operario, horas de mantenimiento, incidencias, materiales, etc. Después de esta orden rellena se consultará de las incidencias encontradas, para generar una orden de trabajo de tipo correctivo.



#### **10.7.4.3.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR EL ORGANISMO DE CONTROL AUTORIZADO (OCA).**

Este Organismo revisará las siguientes labores para que la instalación cumpla la normativa vigente.

<b>Tareas a realizar</b>	<b>Frecuencia</b>
Pararrayos de punta: comprobar su estado de conservación frente a la corrosión y la firmeza de la sujeción.	4 años
Inspección visual del estado frente a la corrosión de todas las conexiones y la continuidad de la línea principal puesta a tierra	
Red conductora: comprobar su continuidad eléctrica, firmeza y conexión a la tierra.	
Arquetas de conexión.	
Puesta a tierra del pararrayos	
Cuadros eléctricos: general y secundarios.	
Canalizaciones y cableados.	
Alumbrados: normal y de emergencia	
Protección contra contactos directos e indirectos	
Elementos generales de la instalación.	
Señalización de riesgo eléctrico en cuadros.	
Dispositivos de protección de circuitos	
Medida de luminosidad en distintas zonas (exterior, interior y emergencia)	
Señalización de emergencia	
Protección contra incendios	

Tabla 30. Tareas de mantenimiento preventivo por el Organismo de Control

Según el informe que presente el Organismo de Control, sobre las incidencias que se hayan encontrado, emitirá un plazo para subsanar todo lo que estuviera reflejado.

Si la evaluación es negativa, deberán emitir el acta, informe o certificado correspondiente indicando el plazo para la corrección si procede.

De no ser así, dicho Organismo procedería en una sanción que podría provocar el corte de suministro eléctrico en la fábrica, por no pasar la inspección, y mandando copia al Ministerio de Industria y Energía.

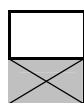
**10.7.5.-PLANIFICACIÓN.**

<b>OPERACIONES DE TRABAJO</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SEPTIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	
Revisar las sujeciones y estado del pararrayos cada vez que haya existido una descarga eléctrica	D													VERIFICACIONES A EXAMINAR
Revisar los cables que van al alumbrado, grietas, sujeciones por fachada, etc.	1M													
Comprobar el estado del pararrayos frente a la corrosión y posición.	1M													
Comprobación visual de la continuidad eléctrica de la red conductora y su conexión a tierra	1M													
Comprobar las conexiones en las arquetas del pararrayos	3M													
Realizar mantenimiento en el pararrayos: pintura, refuerzo, suplementos.	12M													
Revisión y sustitución del alumbrado interior, exterior y de emergencia	D													
Comprobar las conexiones en las arquetas de todas las farolas, alumbrado interior	3M													
Limpieza y revisión de las arquetas de alumbrado	6M													
Limpieza de todas las lámparas/iluminarias	6M													
Limpieza de lámparas e iluminarias	6M													
Comprobación de iluminación distintas zonas (exterior e interior) con el luxómetro	12M													

Tabla 31. Verificaciones a examinar

OPERACIONES DE TRABAJO	Frecuencia	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Resistencia de puesta a tierra del pararrayos (no supera los 10 $\Omega$ )	12M													VERIFICACIONES A MEDIR
Resistencia de aislamiento en las arquetas (pararrayos, farolas y focos de interior)	12M													
Resistencia de aislamiento en los conductores	12M													
Comprobación de la iluminación (exterior/interior)	12M													

Tabla 32. Verificaciones a medir



Operación a realizar.

No operativo

**10.7.6.- REGISTRO.**

Situación similar a la descrita en el apartado 7.6.6.

**CAPÍTULO 3**  
**ELABORACIÓN**  
**DEL**  
**CONTRATO DE MANTENIMIENTO**

## **11.- INTRODUCCIÓN AL CONTRATO.**

Para este apartado, se hará uso de la norma UNE-EN 13269, porque proporciona una guía de preparación sobre los contratos de los trabajos en mantenimiento, en los que se pueden aplicar a:

- Relación entre el contratante y el contratista de mantenimiento, con ámbito nacional o internacional.
- Completa capacidad del servicio de mantenimiento, incluidos los de planificación, gestión y control.

Todo tipo de elementos con excepción de programas informáticos, a no ser sean parte integral del equipo técnico. Posteriormente se redactará un contrato con los diversos contenidos, según la necesidad del mantenimiento.

El principal objetivo es redactar un contrato, que se adjudicará a la empresa de un Organismo de Control, para realizar las inspecciones en las instalaciones eléctricas de la fábrica, de acuerdo a lo que marcan las correspondientes normativas: REBT, RLAT, RCE Y CTE.

## **12.- GUÍA PARA PREPARACION DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO. [11]**

Para elegir el tipo de contrato a diseñar o negociar, allí donde se considere adecuado, hay que tener en cuenta los requisitos que surjan del trabajo demandado en los elementos a mantener, las partes involucradas, y las leyes y reglamentos aplicables.

Para ello aplicaremos la norma UNE EN 13269:2006, que para su uso en los contratos de mantenimiento, debe seguirse un enfoque basado en estos pasos:

- El contratante debe decidir en todo momento que servicios de mantenimiento se van a proceder de forma interna o se va a ser contratándolo externamente.
- Una valoración previa del servicio de mantenimiento que se va a contratar, durante el periodo requerido para ello.
- El contrato se puede preparar usando la guía de esta norma, donde el contratista puede optar por aplicar negociación en el precio o por un proceso competitivo de oferta.

Este documento es simplemente una herramienta de trabajo destinada a las partes que deseen preparar un contrato de mantenimiento. Esta herramienta no obliga a las partes a utilizar ningún apartado concreto de este documento, con el que se pueden o no incluir, excluir, modificar y adaptarse a sus necesidades. Y por lo tanto, no todos los apartados, que se mencionan a continuación, serán aplicables a todos los contratos.

Para más detalles, ver el Anexo III.

### **13.- REDACCIÓN DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE LA FÁBRICA.**

El principal objetivo de buscar ayuda en trabajos de mantenimiento es contratando una empresa de Servicios de Asistencia Técnica (SAT), para las instalaciones que conlleva la fábrica.

Los términos, condiciones generales y aquellos adicionales incluidos y referenciados en el correspondiente contrato, constituyen el completo acuerdo entre las partes.

#### ***14.1.- OBJETO DE LA REDACCIÓN DEL CONTRATO.***

En este documento se va a tener un pliego de prescripciones técnicas en las que se pretende definir los requisitos técnicos, para contratar el mantenimiento de los aparatos eléctricos de la fábrica con Organismos de Control, de acuerdo a los siguientes elementos.

#### ***14.2.- RELACIÓN DE ELEMENTOS.***

El responsable de mantenimiento de la fábrica y coordinador de todo el seguimiento del contrato con la empresa adjudicataria del servicio de mantenimiento, se encargará de proporcionarles toda la documentación y acompañamiento, a donde se encuentran estos elementos eléctricos.

- Mantenimiento de los transformadores
  - Trafo 1: Trifásico 750 kVA 13,5/ 0,4 kV frecuencia 50 Hz
  - Trafo 2: Trifásico 250 kVA 400/230 V frecuencia 50 Hz
- Mantenimiento de la línea aérea de alta tensión.
- Mantenimiento de dos cuadros eléctricos de 380 y 220 V, respectivamente y de toda la instalación eléctrica.

Si hubiera un cambio de titularidad en la propiedad, o se diera de baja, cualquiera de los aparatos mencionados, el importe de mantenimiento de los mismos, no será facturado a la fábrica.

#### ***14.3.- CARACTERÍSTICAS DE LA ELECCIÓN DE LA EMPRESA DE MANTENIMIENTO.***

Analizando lo que nos marca la norma EN 13269, descrita anteriormente, y con las necesidades de dar validez a los elementos eléctricos de la fábrica ante la Administración, buscaremos empresas que trabajen en dicho sector y que nos garanticen su funcionamiento ante las inspecciones de obligado cumplimiento.

Detallaremos unos puntos a continuación, para poder elegir la empresa adjudicataria de los trabajos de mantenimiento a desarrollar, para conseguir nuestro objetivo, el contrato.

#### ***14.3.1.- ACREDITACIÓN TÉCNICA.***

Para poder acceder a este procedimiento, las empresas dedicadas a la instalación, montaje, desmontaje, mantenimiento y reparación de elementos eléctricos, contemplados en el reglamento eléctrico de baja tensión (REBT), en el de transformadores (RCE) y en el de líneas aéreas de alta tensión (RLAT), con sus respectivas ITCs, deben estar en posesión de una acreditación designada por la Administración.

#### ***14.3.2.- PLANTILLA.***

La empresa adjudicataria deberá tener contratado a jornada laboral completa, una plantilla compuesta como mínimo por un Titulado, Ingeniero Superior o Técnico, que haga las funciones de responsable técnico, y los operarios cualificados para el desarrollo de los elementos anteriormente descritos, de los cuales al menos la mitad tendrán la categoría de oficial.

De igual manera el contratista deberá acreditar, además del certificado de empresa de cualificación de operarios, una copia de los documentos de los TC1 y TC2 de la Seguridad Social de todos sus miembros.

La fábrica podrá solicitar en cualquier momento a la empresa adjudicataria los documentos necesarios para acreditar la categoría profesional de los operarios que intervengan en tareas de mantenimiento y/o reparación de elementos eléctricos de la empresa.

#### ***14.3.3.- REPRESENTACIÓN.***

El contratista destinará una persona con titularidad técnica, que ejercerá de representante interlocutor técnico con el servicio de mantenimiento de la fábrica, y que será el que coordine los trabajos de mantenimiento y/o reparación que le sean encargados.

#### ***14.3.4.- SERVICIO DE AVERÍAS.***

Para los servicios de averías fuera de los horarios laborales, la empresa adjudicataria contará con un servicio permanente de asistencia 24 horas (incluso festivos), capaz de atender cualquier problema eléctrico, como de poder efectuarse el rescate de personas atrapadas en los mismos, con las suficientes garantías de seguridad.

Para ello deberá contar con un teléfono, atendido permanentemente, donde se reciban las contingencias anteriormente citadas y con personal en cantidad y cualificación necesaria para atenderlas en un plazo máximo de 2 horas desde su comunicación, en caso de atrapamiento y 4 horas para el resto.

#### **14.3.5.- CLÁUSULAS.**

Otra de nuestras elecciones va a orientarse de que tipo de cláusulas debemos tener en cuenta a la hora de solicitar el servicio técnico de mantenimiento.

En las cláusulas generales nos podemos encontrar como: la definición del mantenimiento eléctrico a desarrollar, su objetivo, la duración del contrato, el precio y forma de pago, las comunicaciones entre las partes, la confiabilidad, la resolución del contrato, la ley aplicable y tribunales competentes.

Por otro lado, existen cláusulas específicas que el cliente puede o no elegir y entre ellas podemos nombrar como: tiempos de respuesta, deber de colaboración, protección de datos de carácter personal, compromiso de no contratación, ó de cobertura para los días festivos.

#### **14.3.6.- ACUERDO ECONÓMICO.**

Se negociará los precios de los tipos de mantenimiento y asistencias que pueda ofrecer la empresa del servicio técnico, con arreglo a las condiciones de verificación e inspección que necesita la fábrica. También se acordará las condiciones de intervención, fuera del mantenimiento, en caso de averías esporádicas.

#### **14.4.- CONTENIDOS DEL CONTRATO.**

El objetivo de este contrato, de externalizar el mantenimiento, es para conseguir el mantenimiento periódico obligatorio y dar validez a la instalación eléctrica mediante un Organismo de Control Autorizado (OCA).

Una vez elegido la empresa a la que vamos a adjudicar el trabajo, procederemos a elaborar el contrato, teniendo como contenido los puntos que se describen a continuación.

##### **14.4.1.- PERIODO DE VIGENCIA.**

Para el presente contrato tendrá la validez que se refleja en el apartado económico y será vigente a partir de la firma y aceptación del cliente, cualquiera de las partes podrá terminar este contrato con tal de que se dé notificación de ello por escrito a la otra parte con treinta días, de anterioridad a la fecha de terminación, en caso de no actuar así se prorrogará automáticamente el contrato que esté en vigor.

##### **14.4.2.- SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA (SAT).**

En este apartado se puede contratar entre estos dos tipos de asistencias:

a) Servicio incluidos ON-SITE.

El servicio On-Site es un servicio de asistencia técnica in situ, en donde los tiempos de respuesta son inferiores a 24 horas laborales. Es un servicio, donde los técnicos expertos están a su disposición para asesorarte y aconsejarte en solucionar



cualquier problema de su equipo, mejorar su rendimiento, ampliarlo, repararlo, extender su garantía. La forma más rápida de llegar al servicio On-Site es llamarnos por teléfono, donde la cobertura de los clientes es total.

b) Utilización de las asistencias.

Todas las asistencias se solicitarán vía fax o e-mail por una persona autorizada por el departamento. La llamada telefónica para solicitar servicios no es válida, si ninguna de las anteriormente citadas es realizada con posterioridad. Cada petición de asistencia normal en la fábrica será utilizada una hora normal, con aporte de desplazamiento y dieta si es preciso. La utilización de asistencias especiales se computará de igual forma que el punto anterior.

Los servicios fuera del lugar de la fábrica y alrededores, se aplicarán un porcentaje superior al aplicado en las asistencias por intervención, tanto las asistencias normales, como las especiales.

**14.4.3.- PERIODO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO.**

El periodo de servicio de mantenimiento queda definido entre las 9:00 y las 19:00H de lunes a viernes, y hasta las 22:00H en las asistencias especiales excluyendo las fiestas legales. Durante este periodo de tiempo de respuesta máximo será de 24 horas desde el aviso realizado por el cliente.

**14.4.4.- CARGO, FACTURACIÓN Y PAGO.**

El cargo será según lo acordado entre Cliente/Empresa de Servicios Técnicos, con el precio indicado en Euros (€). Suele ser por pagaré a 180 días, más el tiempo de entrega por la gestión de dicho pagaré, al portador del servicio.

El precio de mantenimiento anual indicado en el presente excluye en el presente todos los impuestos, honorarios, arbitrios y/o cargas impuestas ahora o más adelante ya sea por una autoridad nacional, estatal o cualquier otra autoridad pública. Todo tipo de impuestos de esta índole será a cargo del cliente.

**14.4.5.- DESARROLLO DE LOS TRABAJOS.**

Se cumplirá en todo momento los reglamentos anteriormente citados, en vigor, (REBT, RCE y RLAT, con sus respectivas ITC), y sus modificaciones posteriores, para llevar a cabo el mantenimiento eléctrico.

Aquí podremos elegir dos tipos de mantenimiento sobre las operaciones que queremos desarrollar dentro de la fábrica y son:

#### **14.4.5.1.- OPERACIONES DE MANTENIMIENTO NORMAL.**

A continuación se detallan trabajos, que con su periodicidad correspondiente y obligatoria, tienen como finalidad revisar, comprobar, ajustar y mantener todos los elementos eléctricos.

Para ello deberán realizarse estas tareas con el debido personal cualificado y con las herramientas e instrumentos de medidas necesarios para un perfecto funcionamiento.

Como mínimo se realizarán los siguientes trabajos, en los que se entienden incluidos la mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para su correcto ejercicio. Los materiales que se encuentren dañados serán valorados aparte de la revisión correspondiente, elaborando su presupuesto.

- Revisión cada 3 años para las líneas aéreas:
  - Accesos y señalizaciones: comprobar el estado del acceso, placas de peligro
  - Cimentaciones: comprobar que las bancadas están recubiertas de hormigón y no se encuentra la peana en mal estado o agrietada.
  - Puestas a tierra: comprobar que esté correctamente, no esté suelta y sea el cable adecuado al Reglamento.
  - Apoyos y estructuras: revisar el aspecto general, si está deteriorado/oxidado, problemas de estabilidad, existencia de vientos, protección avifauna, existencia de apoyos de madera.
  - Aisladores y herrajes: comprobar si existen aisladores rotos o contorneados, grapas/retenciones en mal estado, existencia de aisladores rígidos y su sustitución.
  - Conductores y aparamenta: comprobar si el conductor está deteriorado/venas rotas, puentes o conexiones defectuosas.
  - Cables de tierra y accesorios: comprobar estado del cable, ausencia de vanos en el cable, existencia salvapájaros.
  - Comprobar si las distancias entre otras líneas son insuficientes frente a líneas de BT, con el terreno a  $< 6\text{m}$ , con carreteras.
  - Comprobar las zonas de paso a las instalaciones: comprobar distancias entre edificios  $< 4$  o  $5\text{ m}$ , especies protegidas y gestión de residuos, poda o corta ramajes, árboles y arbustos para mantener limpias las calles de la línea
- Revisión cada 3 años para el Centro de Transformación:
  - Circuitos eléctricos de Alta Tensión: acometidas, embarrados desnudos, cables aislados, canalizaciones y disposición de cableado.
  - Inspección visual del estado frente a la corrosión de todas las conexiones y la continuidad de las líneas de puesta a tierra.
  - Comprobación de dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como intensidades nominales en relación a la sección del conductor.
  - Medición y comprobación visual de la barra de puesta a tierra, frente a la corrosión y la continuidad de la línea que la une con la barra.
  - Comprobación del estado de los transformadores de intensidad y tensión para la lectura del contador de consumo.
  - Aparamenta de maniobra de circuitos: seccionadores, interruptores, cabinas, transformadores de medida.

- Protección contra sobreintensidades: fusibles, relés de protección.
  - Protección contra sobretensiones: autoválvulas, explosores eléctricos.
  - Transformadores de potencia: protecciones, instalación.
  - Fluido dieléctrico del transformador: nivel, análisis rigidez dieléctrica.
  - Alumbrados: normal y de emergencia.
  - Puesta a tierra de la instalación: de protección y de servicio.
  - Locales y recintos: accesos, cierres, condiciones de mantenimiento.
  - Señalización.
  - Protección contra incendios.
- 
- Revisión cada 5 años para la instalación eléctrica, incluidos cuadros:
    - Acometidas, cuadro de contadores y suministros de emergencia.
    - Resistencia de aislamiento de la instalación interior entre conductor y tierra y entre dos conductores.
    - Continuidad de conexiones equipotenciales entre masas y conductores, así como el conductor de protección, en baños, aseos y obras realizadas en las que se han producido corte de conductores.
    - Cuadros eléctricos: general y secundarios.
    - Canalizaciones y cableados.
    - Alumbrados: normal y de emergencia.
    - Puesta a tierra de la instalación.
    - Inspección visual del estado frente a la corrosión de todas las conexiones y la continuidad de la línea principal puesta a tierra.
    - Protección contra contactos directos e indirectos.
    - Dispositivos de protección de circuitos.
    - Elementos generales de la instalación.
    - Señalización.
    - Protección contra incendios.

#### **14.4.5.2.- REPARACIÓN TODO RIESGO.**

Además de las operaciones mencionadas en el apartado anterior, se entenderán incluidas en el presente contrato la reparación o sustitución de los siguientes dispositivos, incluyendo como en el caso anterior, mano de obra, materiales, medios auxiliares, desplazamientos, permisos, etc.

- Asistencia técnica de las revisiones generales periódicas cuando corresponda.
- Cualquier pieza eléctrica o mecánica de los cuadros eléctricos, maniobra, etc.
- Cualquier pieza eléctrica o mecánica de sistema de alta tensión.
- Cualquier pieza eléctrica o mecánica de sistema de las líneas aéreas de alta tensión.

#### **14.4.6.- SERVICIOS EXCLUIDOS DEL MANTENIMIENTO.**

En este pliego no se contemplan los trabajos de reparación motivados por uso doloso de la instalación.

En cualquier caso, también quedan excluidos todos los trabajos que tuvieran como misión la reparación de elementos decorativos, pintura y recubrimiento de suelos y paredes en cabina.

Para todos aquellos trabajos que se estimen no quedan contemplados en este pliego de condiciones técnicas, la empresa adjudicataria presentará previamente a la aprobación y ejecución de dichos trabajos, un presupuesto, indicando en extensión la operación ofertada.

Todas las gestiones y gastos para cumplimentar y presentar la documentación administrativa ante los Organismos Oficiales y/o Colegios Profesionales, derivados del mantenimiento y reparaciones de alguno de los aparatos, se entenderá por cuenta de la empresa adjudicataria.

#### **14.4.7.- TERMINACIÓN.**

El cliente puede dar por terminado el mantenimiento del equipo mediante comunicación escrita a la subcontrata con un mes de antelación. Este acuerdo puede ser terminado por cualquiera de las partes mediante preavisos de un mes.

La subcontrata podrá cancelar el mantenimiento del equipo, mediante comunicación por escrito con un mes de antelación, en el caso de repetidas reparaciones como consecuencia de intervenciones no realizadas por la subcontrata.

#### **14.4.8.- LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD.**

En ningún caso será la empresa adjudicataria responsable de los daños causados por incumplimiento de las responsabilidades del cliente o de cualesquiera daños indirectos, como pudiera serlo la pérdida de beneficios o economías previstas, o por cualquier reclamación de que pudiera ser objeto por terceros, aún cuando la contrata hubiera podido ser advertida de la posibilidad de dichos daños, pérdidas o reclamaciones.

#### **14.4.9.- ASPECTOS GENERALES.**

La empresa adjudicataria no garantiza el funcionamiento ininterrumpido del equipo. Las presentes condiciones generales no podrán ser transferidas a un tercero sin la previa conformidad por escrito de la contrata. Cualquier intento de cesión de los derechos u obligaciones aquí contenidas sin tal aprobación será de efecto nulo.

Estas condiciones generales tan solo podrán ser modificadas mediante convenio escrito entre representantes autorizados del cliente y la contrata.

El servicio de mantenimiento se prestará al propietario del equipo y en el caso de no serlo, al usuario de las mismas, previa autorización del propietario para solicitar tal servicio.

Ninguna de las partes podrá interponer acción alguna a que pudieran dar lugar estas condiciones generales, cualquiera que sea su forma, transcurridos más de dos años desde que se produjo su causa, o en relación con la obligación de pago, transcurridos más de dos años desde la fecha en que se debió realizar el último pago.

Los acuerdos entre las partes basados en estas condiciones generales se someten a la legislación española.

Este contrato no podrá ser cedido por el cliente sin el consentimiento por escrito de bloque informático de desarrollo.

Las partes se someten, para resolver cualquier discrepancia o divergencia que pudiera surgir en la interpretación del presente contrato, con renuncia expresa de fuero propio, a los juzgados y tribunales de la ciudad del lugar.

Este contrato contiene todos los acuerdos, representaciones y entendimientos de las partes contratantes con respecto al servicio de asistencia especificado y no puede renunciarse al mismo, alterarse o modificarse salvo por acuerdo por escrito de las partes al que se haya llegado por sus representantes autorizados.

Ambas partes reconociéndose mutuamente la capacidad legal necesaria para otorgar el presente documento, firman el presente contrato en prueba de conformidad, por duplicado y a un solo efecto, en representación del encargado de mantenimiento.

### 11.5.- EJEMPLO.

#### **TÉRMINOS Y CONDICIONES CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE SERVICIOS ENTRE CLIENTE Y CONTRATA.**

De una parte, D. Fernando José Cuesta López DNI. nº 2261440B en representación de la fábrica de Preformados de Hormigón (CLIENTE), con domicilio en D.P.28529 de Rivas Vaciamadrid, en el camino particular “El Piul” s/n, en calidad de Encargado de Mantenimiento.

Y de otra, la empresa de mantenimiento (CONTRATA) cuyos datos se especifican en la página web <http://www.solomantenimientoindustrial.com>, dedicado al sector del mantenimiento como Organismo de Control.

Reconociéndose ambas partes capacidad bastante para contratar y obligarse en las calidades con que actúan, acuerdan suscribir el presente contrato de arrendamiento de servicios de acuerdo con los siguientes.

#### **PACTOS**

**PRIMERO.** Por el presente contrato se regulan las condiciones por las cuales se rigen los servicios de mantenimiento de la CONTRATA contratados por el CLIENTE.

**SEGUNDO.** El presente contrato tiene una duración mínima de cinco años. Este contrato se renovará en periodos de igual tiempo y para rescindirlo se deberá comunicar tal intención con una antelación de 30 días proveniente de cualquiera de las dos partes.

**TERCERO.** La CONTRATA proveerá al CLIENTE de un servicio de verificación, mantenimiento y asistencia para el sistema eléctrico de la fábrica, mediante la verificación periódica de cada uno de los elementos eléctricos expuestos a continuación, creando informes de su estado, estableciendo las directrices correctoras, aplicando las correcciones y verificando su buen funcionamiento, previo consentimiento del responsable de los equipos por parte del CLIENTE.

**CUARTO.** Para llevar a buen fin sus objetivos con el CLIENTE, la CONTRATA utilizará los siguientes medios e inspecciones:

- Equipos de verificación de componentes eléctricos.
- Inspección y Verificación manual.
- Presencia física de los técnicos cualificados.

**QUINTO.** Las especificaciones del servicio que ofrece la CONTRATA al CLIENTE son:

- Asistencia telefónica (24H) y solicitud de intervenciones vía fax o e-mail.
- Servicio de Mantenimiento con presencia de menos de 1 hora.
- Inspecciones periódicas obligatorias con su correspondiente informe en los elementos eléctricos: 2 transformadores trifásicos, líneas aéreas de alta tensión y toda la instalación eléctrica que existe en la fábrica (iluminación, cuadros, etc.).
- Operaciones de mantenimiento normal con sus correspondientes tarifas.
- Verificación de los componentes eléctricos en mal estado con su presupuesto.

**SEXTO.** La realización de trabajos y sustitución de material eléctrico por parte de la CONTRATA, que realice en las dependencias del CLIENTE o en remoto, siempre será con el consentimiento previo vía email del CLIENTE.

Este nombra al Sr./Sra. Fernando José Cuesta López, como responsable de Mantenimiento y al Sr./Sra. \_\_\_\_\_ como suplente, quedando excluido cualquier aviso que realice otra persona distinta, salvo que el cliente hubiese comunicado con anterioridad la sustitución de los mismo.

**SÉPTIMO.** Las tarifas que se establecen para este servicio e inspecciones están especificadas en la página web, anteriormente descrita. La actualización de dichas tarifas será comunicada al cliente a través de correo electrónico y, a partir de su remisión se aplicarán a este contrato.

**OCTAVO.** La CONTRATA se reserva el derecho de resolver el presente acuerdo antes de su vencimiento por causas justificadas como falta de pago de la cuota, obstaculizar el acceso a las dependencias, o de fuerza mayor, comunicándolo al CLIENTE con una antelación de diez días naturales, sin que dicha resolución le ocasione cargo alguno.

**NOVENO.** El CLIENTE tendrá derecho a los servicios estrictamente contratados, responsabilizándose del mantenimiento y estado de los elementos eléctricos de la fábrica.

**DÉCIMO.** El horario de servicio de mantenimiento queda definido de 9:00 a 19:00H de lunes a viernes y hasta las 22:00H en asistencias especiales, excluyendo fiestas legales. Sábado de 9:00 a 14:00H

**ONCEAVO.** Por la firma del presente acuerdo, el CLIENTE autoriza a CONTRATA para el uso y tratamiento de los datos personales que facilite. Por su parte, la CONTRATA se compromete, en la utilización de esos datos, a respetar su confidencialidad accediendo a ellos única y exclusivamente para el cumplimiento de los servicios contratados.

**DOCEAVO.** El CLIENTE podrá dirigirse a la CONTRATA con el fin de ejercer sus derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición de sus datos personales.

**TRECEAVO.** En ningún caso será la CONTRATA será responsable de los daños causados por incumplimiento de las responsabilidades del CLIENTE o cualesquiera daños indirectos, como pudiera serlo la falta de mantenimiento, de beneficios o economías previstas, o por cualquiera de la posibilidad de dichos daños, pérdidas o reclamaciones.

**CATORCEAVO.** Los derechos y obligaciones del CLIENTE no podrán ser subrogados por terceros sin el consentimiento por escrito de la CONTRATA, que se compromete a razonar las causas de aceptación.

**QUINCEAVO.** Para resolver cuantas divergencias pudieran surgir como consecuencia de la interpretación de este contrato, ambas partes se someten a la jurisdicción de los Juzgados y Tribunales de Madrid.

En Madrid, a \_\_ de \_\_\_\_\_ del 2010

CLIENTE

CONTRATA

Fig. 17. Modelo de contrato

# **CAPÍTULO 4**

# **CONCLUSIONES**



## 14.- CONCLUSIONES.

Llegados a este punto y con lo descrito anteriormente, en cuanto a el contenido de los capítulos 1, 2 y 3, se tomará una decisión para que el mantenimiento y el contrato elegido sea lo más recomendable para la fábrica.

Esta faceta afecta también al coste que va a invertir la empresa, en que se cumpla de forma rigurosa y de manera puntual, en todas aquellas funciones a realizar, ya sea por el propio mantenimiento interno de la fábrica, como el contratado a un Organismo de Control.

Visto todo el trabajo anteriormente descrito, se puede decir que el mantenimiento en la fábrica es necesario en todo momento, desde el preventivo hasta el correctivo, para tener toda la instalación en perfecto estado de funcionamiento.

Para la realización del mantenimiento, efectivamente se necesitan medios materiales, personales y temporales, para desarrollar dichas labores expuestas anteriormente y que son de diferente criterio ante el beneficio de la empresa, que es la producción.

Sin embargo, la posible decadencia en un mantenimiento no da posibilidad de solución ante una inspección, siendo de peor consecuencia para la empresa, por tener que poner su instalación eléctrica en correcto uso. La faceta de llevar un buen mantenimiento a diario en una fábrica, lleva a largo plazo grandes beneficios, en contra de problemas y situaciones embarazosas que no tienen vuelta atrás.

El mantenimiento, como otro departamento importante para la empresa, tiene que buscar la forma de afrontar los desgastes, roturas y mal funcionamiento de los elementos con arreglo a la producción. Este lema significa, que si no hay producción, no va a haber inversión para poder afrontar problemas de tipo eléctrico más adelante. Una buena gestión y planificación de trabajo conllevan un buen funcionamiento de todo material eléctrico, bajo sus comprobaciones y sustituciones a su debido tiempo.

Un mantenimiento es considerado bueno cuando el mantenimiento preventivo es superior notablemente al mantenimiento correctivo y se tiene material para poder realizarlo.

Una buena planificación acompañada de históricos, ayuda a poder anticiparse a esos elementos eléctricos que causan fallo o avería en la fabricación, de manera reiterada. Como una fabricación no puede subsistir si un mantenimiento, deben de cierta manera, colaborar en todo momento para que todo funcione de manera correcta.

Inevitablemente, la instalación tiene que pasar inspecciones realizadas por Organismos de Control Autorizados (OCA) para cada uno de los diferentes elementos eléctricos, de los que está compuesta la fábrica. Este gasto será mucho mayor, si por diferentes motivos, no se ha realizado un buen mantenimiento en su justo momento. De ahí que después, los fallos eléctricos sean de mayor cuantía que cuando se podía haber evitado con un gasto mínimo.

Este Organismo comprobará exhaustivamente todos los sistemas eléctricos contratados ante Industria y de no ser así, cae en una sanción económica y posterior cese de la labor de fabricación, por no estar ajustada a reglas de funcionamiento dentro de la Ley.

Ante la empresa adjudicataria que nos realizará la inspección, se acuerda también unos compromisos de asistencia técnica y de material, para las intervenciones que no se pueda resolver por parte de la fábrica.

Por lo tanto, el mantenimiento debe y tiene que cumplirse siempre que exista funcionamiento en la fábrica y bajo ningún concepto, dejar fallos eléctricos sin resolver o sin buscar una alternativa para su funcionamiento, hasta que exista un recurso para sanarlo.

La inversión de material eléctrico debe ser lo más ajustado posible para que no exista falta de material, ni tampoco se queden elementos eléctricos en stock y no puedan tener al final una salida. Dependiendo del tipo de material, existirá un stock de piezas para poder sustituir la pieza inmediatamente, y otras que suelen ser más caras, tenerla localizada por el proveedor, con su presupuesto y plazo de entrega, para el momento de la urgencia.

Con todo ello, existirá un bajo coste para la empresa y una eficiencia para que la fábrica no tenga ningún paro excesivo de máquinas y se pueda anticipar a posibles fallos eléctricos.

## **CAPÍTULO 5**

### **DOCUMENTACIÓN ADJUNTA**

## 16.- BIBLIOGRAFÍA.

El proyecto está basado y documentado con:

### a) Bibliográficas:

- [1] “Guía Técnica de Aplicación: Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión RD 842/2002” 3ª Edición, revisión octubre 2005, Editorial Creaciones Copyright, 2006, Madrid.
- [2] Llorente Antón, Manuel “Comentarios al nuevo reglamento electrotécnico de baja tensión, REBT 2002”.
- [3] Ministerio de Industria y Energía “Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación” España, 1997.
- [4] Ministerio de Industria, Turismo y Comercio “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas de alta tensión”, Madrid.
- [5] Seijas Quintana, José Antonio “El desarrollo de la Ley de Ordenación: Código técnico de Edificación”, Madrid.
- [6] Ministerio de la vivienda “Código Técnico de la Edificación HE: ahorro de energía”, texto oficial, España, 2006.
- [7] Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.

### b) Normativas:

- [8] UNE-EN 13306:2002 Terminología del mantenimiento.
- [9] UNE-EN13460:2003 Documentos para el mantenimiento.
- [10] UNE-EN ISO 9001:2005 Sistemas de gestión de calidad, fundamentos y vocabulario.
- [11] UNE-EN 13269:2007 Guía para la preparación de contratos de mantenimiento.
- [12] Real Decreto RD 842:2002 Reglamento Eléctrico de Baja Tensión.
- [13] Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT-04, 05, 09, 18, 19).
- [14] Real Decreto RD 223:2008 Reglamento para Líneas de Alta Tensión.
- [15] Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-LAT-04, 05 y 09).
- [16] Real Decreto RD 3275:1982 Reglamento para Centrales Eléctricas.
- [17] Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-MIE-RAT 07).
- [18] Ley Ordenación de Edificación 38:1999 Reglamento para la CTE.
- [19] Documentos Básicos DB SU-4 y 8:2009 y DB HE-3:2009.

### c) Páginas web:

- [20] [www.mityc.es](http://www.mityc.es) Ministerio de Industria, turismo y comercio.
- [21] [www.boe.es](http://www.boe.es) Boletín Oficial del Estado.
- [22] [www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org) Código Técnico de Edificación (CTE).
- [23] [www.mviv.es](http://www.mviv.es) Ministerio de la vivienda.
- [24] [www.enac.es](http://www.enac.es) Entidad nacional de Acreditación.
- [25] [www.soloingenieria.net](http://www.soloingenieria.net) Portal de Ingeniería Industrial en España.
- [26] [www.voltimum.es](http://www.voltimum.es) Portal de material eléctrico.
- [27] <http://electricidad-viatger.blogspot.com/2008/04/5-reglas-de-oro-para-trabajar-sin.html> Portal de las 5 reglas de Oro

## 17.- ANEXOS.

En estos 3 apartados anexos, que a continuación se detallan, se va a mencionar la terminología, documentos y guía de contratos de mantenimiento, relacionado con el manual y contrato asociado al mantenimiento de dicha memoria.

### ANEXO I: TERMINOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO.

#### 1.-TÉRMINOS Y DEFINICIONES FUNDAMENTALES.

- **Mantenimiento:** es la combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión durante su vida útil, destinada a conservarlo para que desarrolle su función requerida.
- **Gestión del mantenimiento:** son todas las actividades de la gestión que determinan objetivos del mantenimiento, estrategias y responsabilidades que son realizadas por medio de una planificación para mejorar métodos de organización, como el aspecto económico.
- **Objetivos del mantenimiento:** es el fin asignado de las actividades del mantenimiento, como la reducción de costes, la calidad del producto, la disponibilidad, etc.
- **Estrategia de mantenimiento:** es un método de gestión para conseguir lograr los objetivos del mantenimiento.
- **Plan de mantenimiento:** conjunto estructurado de tareas para desarrollar el mantenimiento, comprendiendo actividades, procedimientos, recursos y duración (Fig. 1).
- **Función requerida:** función o combinación de funciones de un elemento necesarias para proporcionar funcionamiento.
- **Seguridad de funcionamiento:** es el conjunto de propiedades utilizadas para describir la disponibilidad y sus factores de influencia: fiabilidad, mantenibilidad y sostenibilidad del mantenimiento.
- **Sostenibilidad del mantenimiento:** es la capacidad de organización del mantenimiento en disponer de un soporte de mantenimiento para desarrollar una actividad requerida en un instante dado.
- **Registro de activos:** es la información básica de los elementos relativos a todos los aspectos técnicos, administrativos, de ubicación y operativos, con la finalidad de definirlos en el contexto de la empresa. Esta información procede de la fase preparatoria o de la operativa.
- **Documento:** es el soporte específico que contiene información.
- **Documentación:** información dada de forma específica.
- **Flujo de trabajo de mantenimiento:** es el conjunto de pasos secuenciales a seguir, para completar una operación de mantenimiento, desde las primeras actividades preparatorias, hasta la finalización del trabajo y acciones de mejora en un futuro.
- **Fase preparatoria:** es el periodo de la vida del elemento correspondiente a su concepción, diseño, fabricación, montaje y puesta en servicio.

- **Orden de trabajo (OT):** es el documento que contiene toda la información relativa a la operación de mantenimiento y las referencias a otros documentos necesarios para llevar a cabo el trabajo de mantenimiento.

## 2.-TÉRMINOS RELATIVOS AL ELEMENTO.

- **Elemento:** cualquier parte, componente, dispositivo, subsistema, unidad funcional, equipo o sistema que pueda considerarse individualmente.
- **Activo:** es un elemento considerado como contable.
- **Elemento reparable:** es aquel elemento que puede devolverse a un estado que pueda desarrollar una función requerida, después de haber dado un fallo.
- **Elemento reparado:** es un elemento reparable que fue reparado después de un fallo.
- **Elemento consumible:** elemento o material que tiene una utilización única.
- **Repuesto:** es un elemento destinado a reemplazar otro de similares características, con el fin de restablecer la función requerida del elemento.
- **Nivel de intervención:** son los diferentes subniveles que posee el elemento. Depende de la complejidad del elemento, de la accesibilidad, del nivel de conocimientos del personal, disponibilidad de equipos de ensayo, consideraciones de seguridad y salud, etc.

## 3.-PROPIEDADES.

- **Disponibilidad:** es la capacidad de un elemento de encontrarse en un estado y pueda desarrollar una función bajo condiciones determinadas en un instante dado o en un intervalo de tiempo determinado. Dicha capacidad depende de aspectos como la fiabilidad, la mantenibilidad y la sostenibilidad del mantenimiento.
- **Fiabilidad:** es la capacidad de un elemento de desarrollar una función requerida bajo unas condiciones en un determinado tiempo.
- **Mantenibilidad:** es la capacidad que posee un elemento en mantenerse bajo unas condiciones dadas o ser devuelto a un estado, en el cual pueda desarrollar su función.
- **Conformidad:** es el cumplimiento de las condiciones especificadas de un producto, proceso o servicio.
- **Durabilidad:** es la capacidad de un elemento de desarrollar una función bajo unas condiciones dadas y de mantenimiento, hasta que se alcance su estado límite.
- **Redundancia:** es la existencia de otro medio en un instante dado para desarrollar la función requerida de un elemento.
- **Redundancia activa:** son todos los medios necesarios para desarrollar la función requerida y están dispuestos a operar simultáneamente.
- **Redundancia en espera:** o también llamada redundancia en espera es aquella en la que existe una parte de los medios dispuestos a operar para desarrollar la función requerida, y otra parte de medios que están a la espera hasta que se necesiten.
- **Vida útil:** es el intervalo de tiempo que bajo unas condiciones dadas, comienza en un instante de tiempo y termina cuando se acumulan ciertos fallos, o el elemento se considera irreparable como resultado de una avería u otros factores.

- **Tasa de aparición de fallos:** es el número de fallos de un elemento entre el intervalo de tiempo que dio fallo.

#### 4.-FALLOS Y EVENTOS.

- **Fallo:** es la falta de capacidad de un elemento para desarrollar una función requerida. Es considerado como algo eventual y no un estado como es una avería.
- **Causa de fallo:** es la razón como resultado de uno o más factores: fallo diseño, fallo fabricación, fallo por uso inapropiado, fallo por manipulación inadecuada o fallo relacionado por mantenimiento.
- **Fallo por desgaste:** es un fallo que aparece con el incremento de tiempo de operación, con el número de operaciones del elemento o con las tensiones aplicadas al elemento. El fenómeno físico que se produce es en pérdida o deformación del material.
- **Fallo por envejecimiento:** es el fallo que aparece con el incremento del paso del tiempo. Este tiempo es independiente del tiempo de operación del elemento. Se modifica el aspecto físico/químico del elemento.
- **Degradación:** es un proceso irreversible en una o más características de un elemento con el tiempo, el uso u otra causa externa.
- **Fallo por causa común:** es el fallo de diferentes elementos por la misma causa y no es consecuencia de los unos sobre los otros.
- **Fallo primario:** es el fallo de un elemento no relacionado por fallo o avería de otro elemento.
- **Fallo secundario:** es el fallo de un elemento causado directa o indirectamente por el fallo en otro elemento.
- **Fallo repentino:** es el fallo que no se puede anticiparse aunque sea previamente examinado.
- **Mecanismo de fallo:** son los procesos físicos, químicos o de otra tipo que han conducido al fallo.

#### 5.-AVERÍAS Y ESTADOS.

- **Avería:** es el estado de un elemento de no poder desarrollar una función requerida, excluyendo toda incapacidad durante el mantenimiento preventivo, acciones planificadas o por falta de recursos.
- **Enmascaramiento de una avería:** es la avería producida por un subelemento de dicho elemento sin ser el elemento causante de la avería.
- **Avería latente:** es la avería que todavía no ha sido detectada.
- **Avería parcial:** es la avería que se caracteriza por que el elemento no desarrolla completamente todas sus funciones. Puede llegar a dar servicio de forma reducida.
- **Modo de avería:** es cuando se establece incapacidad de un elemento a desarrollar una función requerida.
- **Estado actual:** son las características de un elemento en un instante dado (Fig.3).
- **Estado de disponibilidad:** es el estado de un elemento que pueda desarrollar una función requerida como recurso externo.
- **Estado degradado:** es el estado de un elemento que desarrolla una función dentro de unos límites aceptables o sólo desarrolla alguna de sus funciones requeridas.

- **Estado de indisponibilidad:** es un estado de un elemento caracterizado bien como avería o como una posible incapacidad para desarrollar una función requerida durante el mantenimiento preventivo.
- **Estado de incapacidad:** es un estado de un elemento caracterizado por su incapacidad para desarrollar una función requerida por cualquier motivo.
- **Estado de incapacidad externa:** es el subestado del estado de incapacidad en el que el elemento está en un estado de disponibilidad, pero faltan los recursos externos o se no encuentran disponibles debido a acciones planificadas distintas de las de mantenimiento.
- **Estado de funcionamiento:** es el estado en la que el elemento está desarrollando su función requerida.
- **Estado de inactividad:** es el estado de disponibilidad en la que el elemento no está operativo durante un tiempo no requerido.
- **Estado de espera:** es el estado de disponibilidad en la que el elemento no está operativo durante un tiempo requerido.
- **Estado de peligro:** es un estado de un elemento en el que se estima que produzca daños a personas, daños materiales o resulte unas consecuencias inaceptables.
- **Paro:** Es la anulación de una operación programada, bien sea por mantenimiento o por otros propósitos

## 6.-TIPOS Y ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO.

- **Mantenimiento preventivo:** es aquel mantenimiento que se ejecuta en momentos determinados o con algún criterio, y está destinado a reducir el fallo o degradación del funcionamiento de un elemento (Fig. 2).
- **Mantenimiento programado:** es el mantenimiento preventivo programado por un tiempo establecido o por unidades de uso definido.
- **Mantenimiento sistemático:** es el mantenimiento preventivo que se ejecuta de acuerdo a unos intervalos de tiempo establecidos, o al número de unidades, sin prever condición alguna del elemento.
- **Mantenimiento basado en la condición:** es el mantenimiento preventivo que se basa en un seguimiento del funcionamiento o/y en parámetros del elemento.
- **Mantenimiento predictivo:** es el mantenimiento basado en una previsión que es consecuencia de un análisis y evaluación de los parámetros significativos de la degradación del elemento.
- **Mantenimiento correctivo:** es el mantenimiento que se realiza una vez detectada la avería para cambiar su estado a poder desarrollar la función requerida.
- **Mantenimiento remoto:** es un mantenimiento que se desarrolla sobre el elemento sin personal.
- **Mantenimiento diferido:** es un mantenimiento correctivo que no se ejecuta inmediatamente al detectar la avería, sino que se retrasa de acuerdo a unas reglas de mantenimiento.
- **Mantenimiento de urgencia:** es un mantenimiento correctivo que se ejecuta inmediatamente con el fin de evitar consecuencias irreversibles.
- **Mantenimiento en uso:** es un mantenimiento que se ejecuta durante el tiempo que el elemento está en uso.
- **Mantenimiento en el terreno:** es un mantenimiento que se ejecuta en la ubicación donde se encuentre el elemento.



- **Automantenimiento:** es un mantenimiento ejecutado por un usuario o un operario.

## 7.-ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.

- **Inspección:** es el control de un elemento mediante la conformidad de una medición, observación, ensayo o calibración.
- **Motorización:** es una actividad desarrollada de forma manual o automática, para observar el estado actual de un elemento. Se utiliza para evaluar cualquier cambio de parámetros al elemento o lo largo del tiempo.
- **Ensayo de conformidad:** es un ensayo destinado a mostrar si una característica o propiedad de un elemento es o no conforme con sus especificaciones.
- **Verificación de la función:** es la acción para verificar que el elemento es capaz de desarrollar la función requerida. Se ejecuta generalmente después de un estado de indisponibilidad.
- **Mantenimiento de rutina:** son las actividades de mantenimiento elementales que no requieren herramientas o autorizaciones.
- **Revisión:** es el conjunto de acciones con el fin de mantener al elemento con una disponibilidad y seguridad. Se puede desarrollar a intervalos o después de un número de operaciones. La revisión puede requerir un desmontaje completo o parcial del elemento.
- **Reconstrucción:** es la acción que va continuación del desmontaje, sobre todo en reparación o reemplazo de aquellos subelementos que se están acercando al final de su vida útil. En estas acciones se pueden incluir mejoras y/o modificaciones. Se procura que la vida útil del elemento reconstruido sea mayor que la del original.
- **Reparación:** es la acción física realizada para reestablecer la función requerida de un elemento averiado.
- **Reparación temporal:** es la acción física que permite a un elemento averiado desarrollar su función requerida durante un tiempo limitado hasta que se ejecute su reparación.
- **Diagnóstico de averías:** son las acciones tomadas para el reconocimiento de las averías, su localización e identificación.
- **Localización de averías:** son las acciones tomadas para identificar el nivel apropiado de intervención del elemento averiado.
- **Mejora:** es la combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión, destinada a mejorar la seguridad del funcionamiento de un elemento sin cambiar su función requerida.
- **Modificación:** es la combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión destinada a cambiar la función de un elemento. No implica a reemplazar al elemento. Los cambios pueden tener una influencia en la seguridad y/o funcionamiento del elemento.

## 8.-TÉRMINOS RELATIVOS AL TIEMPO.

- **Tiempo de disponibilidad:** es el intervalo de tiempo en el cual un elemento se encuentra disponible.

- **Tiempo de indisponibilidad:** es el intervalo de tiempo en el cual un elemento no se encuentra disponible.
- **Tiempo de funcionamiento:** es el intervalo de tiempo en el que está desarrollando una función requerida.
- **Tiempo requerido:** es el intervalo de tiempo en el que el elemento tiene que desarrollar una función requerida.
- **Tiempo de espera:** es el intervalo de tiempo en el cual un elemento se encuentra en espera.
- **Tiempo de inactividad:** es el intervalo de tiempo en el cual un elemento se encuentra inactivo.
- **Tiempo de mantenimiento:** es el intervalo de tiempo en el que el mantenimiento se ejecuta sobre el elemento de forma manual o automática. Se incluyen los retrasos técnicos y logísticos (Fig. 4).
- **Tiempo de mantenimiento preventivo:** es la parte de tiempo de mantenimiento en la que se ejecuta el mantenimiento preventivo sobre el elemento, incluidos los retrasos técnicos y logísticos del propio mantenimiento.
- **Tiempo de mantenimiento correctivo:** es la parte de tiempo de mantenimiento en la que se ejecuta el mantenimiento correctivo de un elemento, incluidos los retrasos técnicos y logísticos del propio mantenimiento.
- **Tiempo de mantenimiento activo:** es la parte de tiempo de mantenimiento en la que se ejecuta el mantenimiento de forma activa sobre el elemento, quitando los retrasos técnicos y logísticos.
- **Tiempo de reparación:** es parte del tiempo del mantenimiento correctivo activo cuya reparación se ejecuta sobre el elemento.
- **Retraso logístico:** es un tiempo en el cual el mantenimiento no se ejecuta debido a la necesidad del recurso, excluyendo retrasos administrativos.
- **Tiempo hasta el fallo:** es el tiempo de operación de un elemento desde el instante en que se encuentra un estado de disponibilidad hasta la aparición del fallo o desde el instante de reestablecimiento hasta la aparición del próximo fallo.
- **Tiempo entre fallos:** es la duración entre dos fallos consecutivos de un elemento.
- **Tiempo de funcionamiento entre fallos:** es la duración del tiempo de operación entre dos fallos consecutivos de un elemento.
- **Periodo de fallo por desgaste:** es el periodo final de la vida útil de un elemento durante el cual su tasa de fallos es mayor que el periodo precedente.
- **Periodo de tasa de fallos constante:** es el periodo en la vida de un elemento durante el cual la tasa de fallos es aproximadamente constante.
- **Ciclo de vida o fase operativa:** es el intervalo de tiempo que comienza desde el inicio del diseño, hasta la retirada del elemento.
- **Tiempo de incapacidad externa:** es el intervalo de tiempo en que el elemento se queda en un estado de incapacidad externa.

## 9.-SOPORTE Y HERRAMIENTAS DEL MANTENIMIENTO.

- **Soporte del mantenimiento:** son los recursos, servicios y gestión necesarios para ejecutar el mantenimiento.
- **Ámbito del mantenimiento:** es un conjunto de medios organizados en la que se establece un nivel específico de mantenimiento y así poder ejecutarlo sobre el elemento. El ámbito comprende desde el taller de reparación, hasta la capacidad técnica del personal.

- **Análisis de fallos:** es un examen exhaustivo del elemento que presenta un fallo, con el fin de identificar y analizar el mecanismo, la causa y las consecuencias de su fallo.
- **Análisis de averías:** es un examen exhaustivo del elemento con el fin de identificar y analizar la probabilidad de las averías.
- **Documentación del mantenimiento:** información detallada de forma escrita o electrónica necesaria para ejecutar el mantenimiento.
- **Inventario de elementos:** es un registro de los elementos individualmente identificados junto con su ubicación.
- **Registro de mantenimiento:** es la parte de documentación de mantenimiento que contiene todos los fallos, averías e información referente al elemento. Puede incluir a su vez, los costes de mantenimiento, la disponibilidad del elemento, el tiempo de disponibilidad u otro dato relevante.
- **Servicio posventa:** es todo servicio ofrecido por el vendedor o fabricante después de la compra del elemento.

## 10.-INDICADORES TÉCNICOS Y ECONÓMICOS.

- **Coste del ciclo de vida:** es todo el coste generado durante el ciclo de vida del elemento.
- **Eficacia del mantenimiento:** es la diferencia entre el objetivo del desarrollo del mantenimiento y el resultado final.
- **Eficiencia del mantenimiento:** es la diferencia entre los recursos planificados para ejecutar el mantenimiento requerido y los recursos realmente utilizados.
- **Tiempo de funcionamiento medio entre fallos:** es el cálculo matemático del tiempo de funcionamiento entre fallos.
- **Tiempo medio entre fallos:** es el cálculo matemático del tiempo entre fallos.
- **Tiempo de reparación medio:** es el cálculo matemático del tiempo de reparación.

## **ANEXO II: DOCUMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO.**

### **1.- DOCUMENTACIÓN NORMATIVA PARA EL MANTENIMIENTO.**

En esta norma UNE-EN 13460, se define todo el conjunto y elementos de información cuando se adquiere un equipo, sistema o instalación, con el objeto de poder realizar un mantenimiento. Cuando se pide un elemento al proveedor, el documento proporcionado puede tener o no implícito el pedido. Aún así, sólo debe proporcionar aquellos documentos que estén relacionados con el servicio o función que se espera sean cubiertos por el objeto suministrado.

Los documentos son una responsabilidad del proveedor de proporcionarlos e incluso podría suministrar más documentos de los relacionados con la norma, como información adicional o por acuerdo con el cliente.

Con el objeto de definir con precisión la documentación proporcionada, en el apartado siguiente (2.-Documentos procedentes de la fase preparatoria), se proporcionan los documentos que contienen el perfil dado. Entre los distintos documentos serán nombrados conteniendo una breve definición o descripción del contenido de cada documento. Y a continuación se concluye con los elementos de información y que contiene toda la información detallada del documento.

En ciertos casos particulares, no es necesario que se utilicen algunos elementos de información relacionados para un documento debido a su falta de importancia o a la naturaleza del activo con el que está relacionado.

El proveedor y el cliente de un elemento pueden definir en el contrato de compra, si fuese necesario, la relación completa de todos los elementos de información detallados, así como el formato y medio de presentación.

### **2.- DOCUMENTOS PROCEDENTES DE LA FASE PREPARATORIA.**

- **Datos técnicos:** Son las especificaciones proporcionadas por el fabricante del elemento. Contiene al fabricante, fecha de fabricación, modelo, tipo, número de serie, dimensiones, peso, capacidad, requisitos de potencia y servicio, referidos a naturaleza física, detalles de montaje y datos de precisión.
- **Manual de operación:** Son las instrucciones técnicas para conseguir la idea de la función del elemento, de acuerdo con sus especificaciones técnicas y condiciones de seguridad. Contiene el modelo, tipo, fecha del manual, detalles técnicos del elemento, descripción funcional del elemento, procedimientos de: puesta en servicio, rodaje, operación en servicio continuo y parada controlada; limitaciones de operación, y precauciones.
- **Manual de mantenimiento:** Son las instrucciones técnicas destinadas a preservar un elemento en un estado que pueda desarrollar las funciones requeridas. Contiene el modelo, tipo, fecha de manual, detalles técnicos del elemento, operaciones de mantenimiento preventivo: inspecciones, calibración, sustitución de componentes y lubricación; procedimientos para: búsqueda de causa de averías, desmontaje, montaje, reparación y ajuste; diagramas causa-efecto, herramientas especiales requeridas, repuestos recomendados y requisitos de seguridad: Elementos de Protección Individual (EPI), señales, etc.
- **Relación de componentes:** Es la relación completa de los elementos que forman parte de otro. Son los elementos de nivel superior: encabezamiento, modelo, tipo,

número de serie; número del elemento, descripción del elemento y cantidad de elementos.

- **Disposición:** Es un plano que muestra la distribución de posiciones de los componentes reemplazables de un elemento. Contiene el código e identificación del plano, fecha de revisión/edición, dimensiones, identificación y localización de los componentes del equipo, espacio necesario para el desmontaje y mantenimiento, información relevante acerca de los detalles de conexión.
- **Detalle:** Es un plano con una lista de componentes para asegurar el desmontaje, reparación y montaje de elementos. Contiene el código de identificación del elemento que se detalla, plano de montaje mostrando las posiciones de componentes, identificación de cada componente del plano: número de componentes, descripción y número de unidades; y cualquier otra información importante para el montaje y desmontaje.
- **Plano de engrase:** Es un plano que muestra la posición de cada punto de engrase del elemento, con datos y especificaciones de engrase. Contiene el código e identificación del plano, fecha de revisión/edición, identificación del elemento, posición del punto de engrase, identificación del punto de engrase, descripción del punto de engrase, especificaciones del lubricante y ruta de engrase.
- **Esquema unifilar:** Es un diagrama general de la distribución de la energía: eléctrica, neumático e hidráulico. Contiene el código e identificación del diagrama, fecha de revisión/edición, unidades de distribución de potencia (generadores, transformadores, conmutadores, rectificadores,...), consumidores finales, líneas de puesta a tierra para sistemas, equipos y cableado.
- **Diagrama lógico:** Es un diagrama del sistema de control para aclarar la lógica general del sistema. Contiene el código e identificación del diagrama, fecha de revisión/edición, funciones lógicas: símbolos, interconexiones y flujo de control; modos de operación: arranque, parada, alarma, funciones en caso de fallo.
- **Esquema eléctrico desarrollado:** Es un circuito de distribución general y de control. Contiene el código e identificación del diagrama, fecha de revisión/edición, todas las conexiones internas para: el control, alarmas, protección, enclavamientos, funciones de fallo, monitorización; reglaje de temporizaciones, y relés de protección térmica y magnética, numeración de hilos conductores y cables, numeración de terminales, relación de componentes de los sistemas de control y sistemas de protección en línea, código de localización de conmutador/cuadro de maniobra, código de localización de receptores/generadores, detalles de terminación y tipo de señal externa (señales de fallo por fuego o gas), valores nominales de potencia e intensidad, planos de referencia.
- **Diagrama de tuberías e instrumentación:** Es un diagrama de conducciones generales de fluidos (aire, vapor, aceite, combustible,...) y de control. Contiene el código e identificación del diagrama, fecha de revisión/edición, todas las conexiones internas para: el control, alarmas, protección, enclavamientos, funciones de fallo, monitorización; numeración de las tuberías, código de localización de válvulas, numeración de terminales, relación de componentes de los sistemas de control y sistemas de protección en línea, código de localización de receptores/generadores, detalles de terminación y tipo de señal externa (color, señal de avería por fuego y gas), valores nominales de presión, flujo y temperatura, planos de referencia.
- **Emplazamiento:** Es un plano que contiene la posición de todos los elementos de campo en la zona considerada. Contiene el código e identificación del diagrama, fecha de revisión/edición, identificación de zona (código y nombre), identificación

del elemento y código de la ubicación, dibujos o símbolos del elemento, sin expresión de dimensiones exactas.

- **Distribución en planta:** Es un plano que muestra todas las zonas de una planta determinada. Contiene el código e identificación del plano, fecha de revisión/edición, nombre de la planta y zonas: posición relativa, dimensiones, nombres y códigos.
- **Informe del protocolo de pruebas:** Es un informe de puesta en servicio que pone de manifiesto que un elemento cumple las especificaciones. Contiene al fabricante, modelo/tipo/número de serie, fecha de fabricación, fecha de puesta en servicio, periodo y condiciones de la garantía, descripción de los detalles técnicos: tamaño, peso, requisitos de potencia y servicio, capacidad/prestaciones, relativos a la naturaleza física, detalles de montaje y datos de operación; nombre y firma del usuario final del elemento, aceptando los datos anteriores.
- **Certificados:** Son los certificados específicos relativos a reglamentos legales y de seguridad de elementos (equipos de elevación, calderas de vapor, recipientes a presión...). Contiene al fabricante, modelo/tipo/número de serie, fecha de fabricación, concepto a certificar, fecha del certificado, organismo/oficina de certificación y firma/sello.

### 3.- ANEXOS INFORMATIVOS DE LA PARTE OPERATIVA.

Está formada por tres partes: los documentos procedentes de la fase operatoria, elementos de información de una orden de trabajo (OT.) y una visión general de la estructura y finalidad de los documentos.

### 4.-DOCUMENTOS PROCEDENTES DE LA FASE OPERATORIA.

- **Índice de documentos:** Son los aspectos relevantes relativos a la edición de cada documento de mantenimiento. Contiene el número de documento, título, origen del documento (diseño, fabricante, línea de montaje, operación, mantenimiento, etc.), formato del documento (papel, magnético, electrónico, etc.), datos de revisión y código de localización del elemento (referencias cruzadas).
- **Registro de activos/Datos básicos del equipo:** Es la información básica del elemento procedente tanto de la fase preparatoria como de la operativa. Esta información está relacionada con aspectos de un elemento, técnicos, contractuales, administrativos, de ubicación y operativos, a fin de definirlo en el ámbito de la empresa. Contiene el código de localización, nombre del elemento, precio de adquisición del elemento, fabricante, modelo/tipo/número de serie, fecha de fabricación, fecha de instalación, periodo de garantía, número contable para la imputación del costo, departamento de mantenimiento responsable, tiempo estándar estimado de mantenimiento (preventivo y correctivo), familia de elementos, costo de oportunidad, datos básicos de mantenimiento del elemento: costo directo de mantenimiento, costo de la pérdida de producción, disponibilidad y utilización; referencias cruzadas de documentación técnica, lista de repuestos.
- **Registro histórico de operaciones de mantenimiento relativas a un elemento:** Es la relación de órdenes de trabajo de un elemento determinado. La relación se referirá a un periodo de tiempo dado. Contiene el código y nombre del elemento, fecha, periodo de tiempo analizado, relación de órdenes de trabajo ordenadas cronológicamente, incluyendo: número, fecha, reclamación/causa, pieza que falla,

horas de trabajo del elemento, fechas de registro/apertura/cierre, costo del servicio cubierto por la orden de trabajo.

- **Orden de trabajo:** Es el documento principal para lanzar, seguir y gestionar cada operación de mantenimiento. Desarrollado en el apartado 4.4.5.- elementos de información de la orden de trabajo.
- **Lista de referencias cruzadas de repuestos:** Es el catálogo de repuestos y artículos almacenados y/o necesarios. Contiene el código de artículo, nombre, descripción, localización del almacenamiento, proveedor principal, plazo de suministro, precio, unidad de medida, unidad de compra, nivel mínimo, cantidad pedida, código de artículo del proveedor.
- **Diagrama causa-efecto:** Es el diagrama que muestra, por orden de importancia, las diferentes causas que producen un efecto dado. Contiene el código de efecto y descripción, código/conjunto de elementos analizados: modelo/tipo/número de serie/código de localización; fecha de diagrama, periodo de tiempo analizado, lista de causas en orden descendente: código, descripción. % de importancia relativa de la causa e importancia total (costo o tiempo de indisponibilidad o número de fallos producidos).
- **Registro histórico de parámetro:** Es el conjunto de valores alcanzados por cualquier elemento inspeccionado/parámetro monitorizado durante un cierto periodo de tiempo. Contiene el código y nombre del elemento, descripción del parámetro y unidades de medida, identificación del punto de medida, fecha, periodo de tiempo analizado, para cada registro: el tiempo, el valor del parámetro, y la identificación del punto de medida; la referencia cruzada con el procedimiento técnico.
- **Gráfico de control MTBF-MTTR:** Es el documento de información estadística. Contiene los valores referidos para los equipos considerados de mayor interés. Contiene el código e identificación del elemento, fecha, causa de fallo analizado y código correspondiente a MTTR-MTBF.
- **Hoja de planificación:** Es la relación de órdenes de trabajo de acuerdo con una prioridad dada. Contiene la fecha, código e identificación del elemento, periodo planificado, relación de órdenes de trabajo clasificadas incluyendo: número, fecha prevista, reclamación/causa y elemento de nivel inferior.
- **Hoja de programación:** Es la planificación de órdenes de trabajo y asignación del calendario de los trabajos en un periodo dado. Se obtiene mediante la asignación de los recursos disponibles al conjunto de órdenes de trabajo pendientes. Contiene el código e identificación del elemento, fecha, periodo de planificación, relación de órdenes de trabajo clasificadas incluyendo: número de comienzo, tiempo previsto, reclamación-causa, elemento de nivel inferior y recursos requeridos por la orden de trabajo.
- **Planificación de la producción:** Es la planificación del uso de los recursos de producción, definiendo una ventana de tiempo disponible para las operaciones de mantenimiento que implican una disponibilidad total o parcial. Contiene el programa anual, mensual y semanal/diario de producción.
- **Hoja de datos de disponibilidad y uso del elemento:** Es el documento que muestra cómo se usa la disponibilidad de un elemento. Contiene el código e identificación del elemento, fecha, periodo, tiempo programado, tiempo de indisponibilidad y disponibilidad, disponibilidad y tiempo de uso del equipo.
- **Registro histórico de personal:** Es la relación de todas las actividades (orden de trabajo) llevadas a cabo por un técnico. Esta relación cubrirá un periodo de tiempo dado. Contiene el código y nombre del técnico, fecha, periodo de tiempo analizado,

relación de órdenes de trabajo clasificadas cronológicamente, incluyendo: número, fecha, reclamación/causa y horas trabajadas por el técnico.

- **Registro histórico de otros recursos:** Es la relación de todas las actividades (orden de trabajo) en las que se ha empleado un recurso. Esta relación cubrirá un periodo de tiempo dado. Contiene el código y nombre del recurso, fecha, periodo de tiempo analizado, relación de órdenes de trabajo clasificadas cronológicamente, incluyendo: número, fecha, reclamación/causa y cantidad de recurso empleado.
- **Registro histórico de costo de mantenimiento:** Es el gasto de mantenimiento clasificado de acuerdo con la estructura de costos de mantenimiento y de la empresa, para un periodo de tiempo dado. Contiene la fecha de edición, periodo de tiempo analizado y el elemento de la estructura de costo.
- **Organigrama de la empresa:** Es la ilustración gráfica de las unidades de la empresa (funcional o divisional), mostrando el flujo de autoridad formal. Contiene la fecha de edición/revisión, nombre de la unidad organizativa de la empresa, principales dependencias entre unidades y la persona responsable.
- **Revisiones de la gestión de políticas y objetivos de la calidad del mantenimiento:** Es el manual del sistema y política de calidad de la empresa para el mantenimiento. Contiene la política general, principios de dirección, organización y responsabilidades, elementos del sistema de la calidad del mantenimiento y la relación de los documentos relevantes de calidad.
- **Procedimiento para la elaboración de contratos de mantenimiento y sus modificaciones:** Es la relación de puntos a verificar cuando se revisa un contrato. Contiene la política de contrato de la compañía, relación de puntos específicos que tienen que verificarse en todos los capítulos de los contratos indicados en la norma ENV 13269.
- **Contratos de mantenimientos y sus modificaciones:** Es el conjunto de contratos actualizados vigentes de mantenimiento, incluyendo sus modificaciones. Contiene la norma experimental ENV 13269.
- **Procedimiento para la revisión de las causas de los fallos críticos:** Son las instrucciones relativas a la revisión periódica de las causas de los fallos críticos. Contiene el registro histórico de fallos críticos por máquina/elemento, costo del fallo, causas del fallo, trabajo realizado y lista de distribución de resultados.
- **Procedimientos para la evaluación del tiempo de las operaciones de mantenimiento para los fallos críticos (MTTR (1), MTBF (2)):** Es la descripción de las técnicas de medida del trabajo a emplear. Contiene el registro histórico de fallos críticos por máquina/elemento, tiempo entre fallos y de reparación de cada fallo.
- **Procedimientos para controlar los datos y documentos de mantenimiento:** Es la relación de puntos a verificar en las revisiones/actualizaciones de los datos y documentos de mantenimiento. Contiene la relación de los documentos de mantenimiento disponibles, periodicidad de revisión/actualización y la relación de puntos a verificar.
- **Niveles de acceso de los usuarios del sistema de información del mantenimiento:** Es la relación de los usuarios del sistema de información del mantenimiento, de sus funciones y sus niveles de acceso. Contiene el nombre de usuario, su función, el número de código y nivel de autorizaciones de acceso.
- **Manual del sistema de información del mantenimiento:** Es la guía e instrucciones para manejar correctamente el sistema de información del mantenimiento y niveles de acceso autorizado al mismo. Contiene las funciones,



operaciones y procedimientos a seguir, relación de errores del sistema, códigos de nivel de acceso y relación de operaciones autorizadas.

- **Proveedores de mantenimiento aceptados:** Es la relación de proveedores cualificados de mantenimiento. Contiene la dirección, propiedad, dimensión, actividad, situación financiera, referencias, campo de competencia, proximidad y evaluación.
- **Procedimientos para la evaluación de proveedores de mantenimiento:** Es la relación de conceptos para la investigación/evaluación de los proveedores de mantenimiento. Contiene al propietario, antigüedad del establecimiento, dimensión, cifra de negocio, solidez del cuadro directivo, equipos y medios disponibles, grado de ocupación de su capacidad, situación financiera, formas de contrato, referencias, campo de competencia, evaluación y proximidad.
- **Procedimientos para editar las órdenes de compra de elementos de mantenimiento:** Son las instrucciones para compras técnicas. Contiene las definiciones, peticiones de compra y de oferta, selección de ofertas, órdenes de compra, especificaciones generales y técnicas, condiciones comerciales y legales, condiciones de pago, control de costos y normas aplicadas.
- **Órdenes de compra de los elementos de mantenimiento:** Es la petición escrita para fabricar o suministrar elementos de mantenimiento. Contiene el número de pedido, fecha, para cada elemento de mantenimiento: código del elemento, descripción/especificaciones del elemento, cantidad y precio; destino, plazo de suministro y condiciones comerciales.
- **Procedimientos para verificar los elementos comprados:** Es la relación de criterios de verificación y especificación del procedimiento de verificación. Contiene el pedido, catálogo del proveedor, ficha de máquina, instrucciones de mantenimiento y catálogo de artículos almacenados.
- **Verificación de los elementos comprados:** Es el documento de recepción. Contiene el código del elemento, fecha de entrada, cantidad recibida y el estado de los elementos.
- **Procedimiento para controlar los elementos suministrados por el cliente:** Es la relación de criterios de verificación y especificación del procedimiento de verificación. Contiene los pedidos, catálogo del proveedor, ficha de máquina, instrucciones de mantenimiento y catálogo de artículos almacenados.
- **Estado de los medios auxiliares suministrados por el cliente:** Es la petición interna escrita para controlar los elementos de mantenimiento suministrados por el cliente. Contiene el número de pedido, fecha, para cada elemento: el código del elemento, descripción, especificaciones, cantidad y costo estimado; destino de los elementos y el plazo de devolución.
- **Procedimientos para la identificación de los elementos:** Son las directrices para la codificación de los elementos, codificación de la localización en planta y la manera de enlazar el código del elemento y el de localización en planta. Contiene el formato del código del elemento, el código de la localización y del código elemento-localización; localización del almacén/instalación, formato de la referencia cruzada con los códigos del catálogo del proveedor.
- **Procedimientos para la trazabilidad:** Son las directrices para el registro de las diferentes localizaciones de un elemento en la planta, a lo largo del tiempo. Contiene el formato del registro del código de elemento-localización y duración; y la gestión de estos registros.

- **Procedimientos para controlar las actividades de mantenimiento:** Es la relación y formato de los informes de mantenimiento. Contiene los elementos para la planificación de las actividades, entre otros: evaluación de prioridades de trabajos pendientes, cumplimiento de la programación, eficiencia de los trabajadores, costo de los materiales, porcentaje de costo de mantenimiento debido al tiempo de indisponibilidad, recomendaciones y plan de acción.
- **Procedimientos para una actividad genérica de mantenimiento:** Son las directrices para la ejecución de una actividad genérica de mantenimiento. Contiene la naturaleza y secuencia de las actividades parciales, precauciones a tomar, medios, herramientas y recursos requeridos, y los objetivos a alcanzar.
- **Procedimientos para ejecutar las actividades críticas de mantenimiento:** Son las directrices para ejecutar las actividades específicas de mantenimiento que tienen repercusión directa sobre los medios de producción. Contiene la naturaleza y secuencia de las actividades parciales, precauciones a tomar, medios, herramientas y recursos requeridos y objetivos a alcanzar.
- **Procedimientos para monitorización y verificación de elementos (durante los tiempos de indisponibilidad y operación):** Son las directrices para llevar a cabo la monitorización y verificación. Contiene la naturaleza y secuencia de las actividades parciales, precauciones a tomar, medios, herramientas y recursos requeridos y objetivos a alcanzar.
- **Recepción de elementos sin verificación para mantenimiento urgente:** Es el registro de entrada de elementos para uso directo. Contiene el número de pedido/orden de trabajo, fecha de llegada, proveedor, departamento que lo pide, fecha de edición del registro, y para cada elemento; código del elemento y denominación.
- **Procedimientos para calibración de los equipos de verificación críticos:** Son las directrices para la calibración de instrumentos. Contiene la naturaleza y secuencia de las actividades parciales, precauciones a tomar, medios, herramientas y recursos requeridos y objetivos a alcanzar.
- **Procedimientos para identificar los equipos de verificación de elementos que afectan la eficacia de los medios de producción:** Son las directrices para analizar las causas originarias de pérdidas de eficacia a través de los equipos de verificación críticos. Contiene la naturaleza y secuencia de las actividades parciales, precauciones a tomar, medios, herramientas y recursos requeridos y objetivos a alcanzar.
- **Registros de calibración de los equipos de verificación críticos:** Son los registros de calibración de los instrumentos que muestran el estado de un medio de producción, especialmente los medios de producción críticos. Contiene el código del equipo de verificación, fecha y hora, datos de calibración y número de registro de calibración.
- **Procedimiento para identificar y documentar las no conformidades de producto debidas al mantenimiento:** Son los documentos de la línea de producción que registra las condiciones de no conformidades debidas al mantenimiento. Contiene el informe para la función mantenimiento conteniendo: número de la semana, fecha, valor nominal, valor real, evolución de la producción diaria, tiempo de indisponibilidad no planificada, códigos de indisponibilidad, acciones realizadas, tiempo de indisponibilidad planificada, tiempo de disponibilidad, cantidad de reproceso (reciclaje o arreglo del producto) y la cantidad de producto bien hecho a la primera.

- **Procedimientos para las acciones preventivas y correctivas:** Son las instrucciones de mantenimiento describiendo las acciones preventivas y correctivas a llevar a cabo. Contiene el número y nombre del activo, ubicación, descripción del trabajo de mantenimiento, responsabilidad/subcontrata especializada y horas-hombre estándar requeridas.
- **Procedimientos para la manipulación, almacenamiento, embalaje, conservación y expedición:** Es la instrucción para la organización del almacén de materiales técnicos. Contiene la organización física y administrativa del almacén, recepción, retirada y reposición de materiales y condiciones de almacenamiento para materiales delicados, perecederos, inflamables y contaminantes.
- **Control de registros de mantenimiento:** Es el libro de control de todos los registros. Contiene el registro conservado, historial de observaciones importantes y trabajos de mantenimiento ejecutados (fecha del evento y descripción).
- **Procedimientos para la planificación y ejecución de las auditorías internas del mantenimiento.** Son las instrucciones para llevar a cabo las auditorías de mantenimiento. Contiene el ámbito de validez, objetivos, fases de su planificación y ejecución, realizadores, análisis, informe y plan de acción, y seguimiento.
- **Auditorías internas de mantenimiento:** Es la relación de aspectos a auditar, indicando las prestaciones mínimas requeridas y los resultados obtenidos. Contiene la evaluación de prioridades de trabajos pendientes, cumplimiento de la programación, eficiencia de los trabajadores, costo de los materiales, porcentaje de costo de mantenimiento debido al tiempo de indisponibilidad, y recomendaciones y plan de acción.
- **Procedimientos para el seguimiento de las acciones correctivas derivadas de las auditorías internas:** Es el plan acciones con revisiones periódicas del estado de desarrollo. Contiene las acciones a llevar a cabo basadas en las observaciones o auditorías en los campo de los equipos, los edificios, las herramientas y los vehículos., organización (estrategia, métodos, sistemas, normas), directrices (tipo/categoría de mantenimiento, responsabilidad/calidad de producto, prevención de riesgos laborales, prevención de la seguridad de los activos, protección del medioambiente).
- **Procedimientos para identificar las necesidades de formación:** Es el plan de acción con examen periódico de desarrollo. Contiene las acciones a llevar a cabo basadas en las observaciones o auditorías en lo relativo a la formación del personal.
- **Fichero de especialidades y formación del personal:** Es la hoja de datos del personal. Contiene la formación básica, historial profesional, programas de formación, conocimientos específicos y títulos profesionales oficiales.
- **Procedimientos para controlar, verificar e informar servicios suministrados por terceros que afecten a las actividades de mantenimiento:** Es la relación de aspectos para evaluación. Contiene el contrato de servicio, relación de elementos a inspeccionar y las prestaciones esperadas bajo condiciones de producción.
- **Servicios suministrados por terceros para el mantenimiento:** es el informe final o intermedio del desarrollo de los servicios suministrados por terceros. Contiene el costo, estado de avance del trabajo, modificaciones del servicio, aceptación del trabajo y recomendaciones para la mejora.
- **Procedimiento de control de la aplicación de técnicas estadísticas:** Son las directrices para el control estadístico. Contiene la naturaleza y secuencia de las actividades parciales, precauciones a tomar, medios, herramientas y recursos requeridos y objetivos a alcanzar.

- **Procedimientos para establecer las leyes y reglamentos aplicables:** Son las directrices relativas a los procedimientos para tener en consideración las leyes y reglamentos aplicables. Contiene la referencia a leyes o reglamentos, aspectos relevantes, responsabilidad, y que hacer, cuando y donde.

**(1) MTTR (mean time to repair):** término inglés del tiempo promedio para reparar un fallo.

**MTBR (mean time between failures):** término inglés del tiempo medio entre fallos.

## 5.-ELEMENTOS DE INFORMACIÓN DE UNA ORDEN DE TRABAJO (OT.).

Son los distintos contenidos de información, que es necesaria para llevar a cabo en una operación de mantenimiento y así poder añadirlo en una orden de trabajo (OT).

- **Número:** es el código asignado a una OT. Este es único para cada orden.
- **Peticionario:** es el nombre de la persona autorizada que pide el servicio de mantenimiento.
- **Fecha de emisión:** es la fecha en la que la orden es emitida.
- **Fecha de apertura:** es la fecha de puesta de actividad de la orden fecha de cierre: es la fecha en la que la orden se ha completado o finalizado el trabajo.
- **Código del elemento:** es el código asignado al equipo dentro de la estructura física de la planta. Este es único para cada equipo.
- **Ubicación del elemento:** es el código que corresponde a la posición geográfica del equipo en la planta.
- **Horas trabajadas por el elemento:** es el parámetro por medio del cual se puede registrar la utilización hecha del equipo. Puede tratarse de diferentes parámetros como el número de operaciones, piezas, etc.
- **Tipo de mantenimiento:** es el código relativo a la naturaleza de la actividad de mantenimiento, por ejemplo: preventivo, correctivo, nueva instalación, etc.
- **Prioridad:** es el código para informar de la necesaria precedencia entre las órdenes para sus activaciones.
- **Reglamentos de seguridad y medioambientales:** es el enlace con los posibles requisitos de seguridad y medioambientales, para llevar a cabo el trabajo de mantenimiento, ya sean recomendaciones o de obligado cumplimiento.
- **Justificación de la retención:** es la razón en la que no se está trabajando en una orden abierta. Se debería incluir en la misma el tiempo de indisponibilidad correspondiente a cada retención.
- **Frecuencia:** es el tiempo entre servicios de mantenimiento en las operaciones de Mantenimiento cíclico.
- **Última vez:** es la última fecha en la que se llevó a cabo una determinada operación de mantenimiento cíclico.
- **Estimación de recursos:** son las cantidades de los diferentes recursos que se espera emplear para llevar a cabo la orden en una operación de mantenimiento cíclico.
- **Lista de comprobación:** es la relación de puntos a inspeccionar en una operación de mantenimiento cíclico. Éstas deberían ser actividades de mantenimiento de primer nivel.

- **Anomalía:** es la razón por la que se crea una orden detectada por el usuario del equipo.
- **Parte defectuosa:** es aquel componente del equipo que funciona incorrectamente. La reparación o sustitución de esta parte, y la descripción de la operación es la solución del problema
- **Causa de fallo:** es la razón que determina el fallo del componente, según el criterio del técnico de mantenimiento.
- **Código del procedimiento técnico:** es el enlace con la documentación técnica que contiene la información relativa a la forma adecuada de actuación. Se debe incluir las herramientas requeridas en dicha información.
- **Descripción de la intervención:** es la explicación de las operaciones llevadas a cabo.
- **Cantidad de mano de obra:** son las horas de trabajo gastadas en la ejecución de la orden. Se deberían especificar la clase de horas: normales, a turnos, nocturnas, extra, etc.
- **Tipo de la mano de obra:** es la categoría laboral o especialidades de quienes llevan a cabo la OT.
- **Personal:** es la relación de todos los operarios de mantenimiento que tomaron parte en la ejecución de la OT.
- **Referencia de repuestos:** es la relación de códigos de todos los repuestos empleados en la OT.
- **Cantidad de repuestos:** es la cantidad de cada tipo de repuesto empleado en la OT.
- **Mano de obra externa:** es la relación de todos los trabajadores externos que tomaron parte en la ejecución de la OT y están reflejados en un contrato con un proveedor externo de servicio.
- **Repuestos externos:** es la relación de los códigos de todos los repuestos empleados en la OT. y están reflejados en un contrato con un proveedor externo de servicio.
- **Otros servicios externos:** es la descripción de los servicios de un contrato con un proveedor externo de servicio para la OT.
- **Aceptación:** es la recepción del trabajo de mantenimiento.

## **ANEXO III: GUÍA DE PREPARACIÓN DE CONTRATOS.**

### **1.-TÉRMINOS Y DEFINICIONES DEL CONTRATO.**

Para la finalidad de esta norma, se aplica los siguientes términos contemplados en la norma EN 13306:2001y son:

- **Certificación:** Es un procedimiento mediante el cual existe una parte ajena al mantenimiento proporciona certeza en el producto o el ajuste de requisitos en procesos o servicios.
- **Contratista de mantenimiento:** Es la parte del contrato que se encarga de asumir responsabilidad del servicio de mantenimiento y de obtener en todo momento, suministros de acuerdo al contrato.
- **Contratante:** Es el encargado de realizar el servicio de mantenimiento realizado por el contratista de la obra.
- **Lugar de mantenimiento:** Es la ubicación de donde se va a realizar la tarea de mantenimiento.
- **Tarea de mantenimiento:** Es el conjunto de actividades de mantenimiento para llevar a cabo un propósito determinado.
- **Lugar de operación:** Son los límites de una zona en la que se requiere que el elemento funcione en unas determinadas condiciones.
- **Subcontratista:** Es una organización ajena designada para la ejecución de trabajos o servicios mediante un contrato previo realizado por el contratista de mantenimiento.
- **Verificación del contrato:** Es un proceso para poder determinar si los requisitos que se contemplan en el contrato se han cumplido.

### **2.-ACTIVIDADES Y FASES DE MANTENIMIENTO PREVIAS AL CONTRATO DE MANTENIMIENTO.**

#### **2.1.- GENERALIDADES.**

Las actividades pueden dividirse en dos: las que son antes de la firma del contrato, que se detallan de forma amplia todas sus labores, y las de después de la firma del contrato.

#### **2.2.- ACTIVIDADES PRECONTRACTUALES.**

Son las actividades que hacen mención a las acciones requeridas antes de la preparación de un contrato. Entre ellas, se comprenden:

- La identificación del servicio de mantenimiento requerido.
- La preparación de una política y estrategia para su inserción en el mantenimiento.
- La toma de decisión sobre el suministro del servicio de mantenimiento por cuenta propia o por cuenta ajena.
- Decisión sobre el tipo de contrato que puede resultar apropiado, con su especificación requerida.

- Identificación de contratistas de mantenimiento que van a llevar a cabo las tareas requeridas.
- La elaboración del contrato.
- Petición de oferta y/o la negociación del precio.
- Selección del contratista de mantenimiento, una vez evaluada la mejor oferta.

### **2.3.- ACTIVIDADES CONTRACTUALES.**

Son las actividades que se van a llevar a cabo por el contratista de mantenimiento y de aquellas actividades que se harán después de la firma del contrato. Para que esta relación sea fructífera, ambos deben asegurar el porvenir del contrato, ya sea mediante acuerdos de verificaciones periódicas, validaciones, etc. Ajustadas al contrato.

Las acciones del contratista de mantenimiento pueden cubrir:

- Los suministros de mano de obra, material y equipo para realizar el trabajo requerido por el contrato. Puede incluir subdivisión del trabajo en tareas separadas.
- La provisión de la gestión para controlar el desarrollo del trabajo y la mano de obra en cada momento.
- La emisión de los documentos de cobro.
- La gestión de posibles cambios en el contrato.

Las acciones del contratante pueden cubrir:

- El control del presupuesto del contrato y de la validación de los documentos de cobro del contratista de mantenimiento.
- Pedir permiso sobre cualquier trabajo complementario o variaciones que no estén contempladas en el contrato.
- El aseguramiento de la calidad y la gestión global por parte del contratista para que se lleve a cabo el requisito del contrato.
- La verificación en la que el mantenimiento se está desempeñando con lo acordado en el contrato.
- Los pagos.

## **3.- ESTRUCTURA Y CONTENIDO DEL CONTRATO.**

### **3.1.- GENERALIDADES.**

Se van a proponer una lista de comprobaciones sobre los elementos y contenidos importantes de un contrato de mantenimiento. Entre ellos están:

- **Encabezado:** es la identificación del contrato y de las partes. En el contenido nos podemos encontrar la denominación social de las partes, direcciones, detalles del registro, identificación de los firmantes del contrato, cargo y poder de los firmantes. También se debería incluir de la noción de: "acuerdo de servicio de mantenimiento".
- **Objetivo:** Es la definición general que va a definir el documento del contrato por ambas partes. El contenido va a ser de declaraciones específicas de intenciones

acordadas por ambas partes del contrato. El preámbulo ayuda a la interpretación del contrato en caso de disputas y de introducción de modificaciones, con ocasión de una futura variación del contrato.

- **Definiciones para el contrato:** Es un significado que ambas partes se han comprometido a establecer, para que no exista otros términos de mantenimiento que puedan llevar a confusión. Su contenido es de términos técnicos, comerciales y legales de interés. Se recomienda el uso de normas adoptadas nacionales, europeas o internacionales en lugar de definiciones propias de las partes.

### **3.2.- OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN DE LAS TAREAS.**

- **Lugar de la operación:** es la descripción del área en la que se requiere que el elemento a mantener este localizado. Contiene una descripción específica del país, ciudad, inmueble, maquinaria, equipo, sección del proceso, etc.
- **Lugar del mantenimiento:** es la descripción específica de la ubicación en donde las tareas han de realizarse por el contratista de mantenimiento. Contiene una descripción específica del país, ciudad, inmueble, maquinaria, equipo, sección del proceso, etc.
- **Contenido:** son las tareas a realizar por el contratista de mantenimiento que deberían describirse claramente (qué y cuando), y allí donde resulte necesario, describir a su vez aquellas tareas excluidas del objeto y campo de aplicación. Contiene todas las tareas que deben ejecutarse bajo el contrato y que deberían describirse claramente. En la descripción puede incluir: los pasos que han de realizarse, resultado buscado, objetivos medibles para determinar el resultado, herramientas, medios, técnicas que tienen que aplicarse, requisitos de seguridad que tienen que satisfacer, fecha, tiempo, periodo o frecuencia en la que den ejecutarse la tarea, elementos a mantener, condición de operación o uso, cualificación de los trabajadores. Programación (diagramas de flujo, procesos de trabajo, etc.) Como generalmente, la descripción del objeto y campo de aplicación de las tareas requiere muchas páginas, se suele desarrollar un apéndice al contrato.
- **Tiempo:** son los parámetros temporales relativos a las tareas que han de ejecutarse. Contiene el programa de trabajo ( qué tareas han de ejecutarse en qué fechas, después de qué actividad, o qué frecuencia se presenta). Contiene también el tiempo máximo y/o mínimo entre la petición por parte del contratante, y el comienzo del trabajo. Aparece la fecha de terminación o número de veces en que la tarea debería ejecutarse.
- **Impedimentos:** son los casos y consecuencias sobre la aparición de estos impedimentos. Contiene en el impedimento las razones para los cambios del programa de trabajo y/o fechas de terminación, obligaciones de información mutua, procedimiento para la consecución del acuerdo ante los cambios, las consecuencias del coste y otras variaciones al contrato)
- **Retrasos:** es el tiempo o fecha en el que una tarea no se contempla establecida dentro de un contrato. Su contenido puede dar derechos a rescindir el contrato por: una negativa a una solicitud de ampliación razonable del tiempo de contrato, o si una ampliación del tiempo que no es aceptable para el contratante, porque no puede acomodarla dentro de sus parámetros temporales. En caso de demora debe existir una compensación y dicha compensación puede depender de la naturaleza o del grado de la demora.



### **3.3.-ESTIPULACIONES TÉCNICAS.**

- **Verificación:** Es la aportación de información específica sobre las condiciones/requisitos que deben cumplirse para la aceptación del trabajo por el contratante. Contiene el objetivo y condiciones medibles de los equipos. En esta información debe incluir: quién verifica, como se verifica, cuando se verifica, que se verifica, modos de aceptación, etc.
- **Información técnica:** es la información que necesita el contratista de mantenimiento para ver las condiciones de los elementos a mantener, cuando se ejecutan tareas de mantenimiento con frecuencia. Algunas veces durante el mantenimiento, la condición de los elementos puede alterarse y esto tiene que ser informado al cliente. El contenido es una lista de comprobaciones de toda la información técnica relevante que debe intercambiarse entre el cliente y el contratista. El que define la información técnica es el contratista de mantenimiento o contratante. El cómo son los medios de registro, procedimientos, corrección de errores. El cuándo es la fecha y hora. Y el qué información es el trabajo desarrollado, repuestos instalados, horas extra, retrasos, daños reparados, etc.
- **Repuestos/materiales y consumibles:** se trata de suministrar los repuestos, materiales y consumibles allí donde se requieran. La información recomendada es la responsabilidad del suministro, propietario, calidad requerida, fuente del suministro, responsabilidad y ubicación del almacenamiento, y disponibilidad y plazo de entrega.

### **3.4.-ESTIPULACIONES COMERCIALES.**

- **Precios:** Debido a la realización de las tareas de mantenimiento se tiene que realizar una compensación económica del contratista. Para los contratos de mantenimiento pueden utilizarse los siguientes esquemas, individualmente considerados o en combinación: precio cerrado, tarifas horarias, precio basado en el coste, precio variable en función del resultado de la ejecución o por incentivos, precios unitarios por tarea, precios unitarios por elemento, etc. Los precios pueden ser fijos o variables. Independientes del esquema de precios elegido, el contrato debería recoger que conceptos se incluyen en los precios: impuestos, tasas y recargos, seguros, gastos de viaje y alojamiento, dietas, transporte, costes de implantación/desimplantación, materiales y repuestos, coste por la reproducción de documentos, costes de los sistemas de tecnología de la información, índice de ajuste de precios o bien otra fórmula para los ajustes de precios.
- **Condiciones de pago:** se trata de especificar las condiciones que afectan a los pagos realizados o solicitados bajo el contrato. Contiene el medio de pago, método de facturación, descripción de los conceptos o trabajo por el que se solicita el pago, reducción del precio por “pronto pago”, penalizaciones por retraso en el pago, retenciones en el pago, pagos al contado, vencimiento del pago, plan de pagos.
- **Garantías:** es la definición de los derechos del contratante y de las obligaciones del contratista de mantenimiento en caso de no ejecución del contrato por parte del contratista de mantenimiento del contrato. Contiene qué garantiza el contratista, periodo de garantía, comienzo del periodo de garantía, procedimiento para tramitar

las reclamaciones por garantía, obligaciones de los contratistas y derechos de los contratantes, y transferencia de garantías.

- **Penalizaciones/daños liquidados:** son las especificaciones de los importes de penalizaciones/daños a pagar en caso de incumplimiento con los acuerdos contractuales. Contiene la cantidad o fórmula para el cálculo, bases, casos, prueba necesaria, límite superior, etc.
- **Incentivos:** son importes en caso de terminación anticipada, reducción del coste o incremento del beneficio neto. Contiene la cantidad o fórmula para el cálculo, bases, casos, prueba necesaria, límite superior, etc.
- **Seguros:** es la descripción de quien pueda requerirse bajo contrato o por ley, qué parte será la responsable de la contratación y los procedimientos. Contiene el qué (riesgos cubiertos), el quién (parte responsable de su suscripción y beneficiario del seguro, en caso de ser diferentes, el cómo (justificación del seguro, cantidad mínima cubierta por el seguro, franquicia), el procedimiento en caso de daños.
- **Garantía financiera:** sirve para salvaguardar al contratante o al contratista de mantenimiento. Contiene el tipo de garantía (condiciones en la que podría hacerse: depósito bancario, garantía bancaria, avales, etc.), fecha o evento cuando la garantía expira o hasta cuándo tiene que ser válida, cuándo puede reclamarse el pago de la garantía y cantidades.

### **3.5.-ESTIPULACIONES ORGANIZATIVAS.**

- **Condiciones para la ejecución:** el contrato debería especificar las responsabilidades requeridas a cada parte que permitan la ejecución de las tareas de mantenimiento. Contiene la lista de servicios, etc. Y medios que cada parte provee para el contrato: las instalaciones, el espacio de almacenamiento, energía, herramientas especiales, repuestos, las medidas requeridas que permitan a la organización de mantenimiento trabajar, desplazarse, alojarse y disponer de los permisos de trabajo; condiciones de trabajo y medio ambiente, integración de las tareas de mantenimiento a realizar por el cliente; y requisitos para las horas laborales.
- **Seguridad y salud laboral:** La especificación de las medidas que satisfagan las regulaciones de seguridad y salud laboral, requeridas por ley o por otras disposiciones, para la protección de los empleados y/o público en general. Contiene exposición de: las regulaciones de seguridad y salud laboral relevantes requeridas por ley, las regulaciones específicas de seguridad establecidas por las partes contractuales (plan de emergencia para la planta/emplazamiento y análisis de las evaluaciones de riesgo aplicables), la formación requerida y los permisos para los empleados del contratista de mantenimiento, la provisión de las medidas protectoras (indumentaria, vacunas, certificados de salud).
- **Protección medioambiental:** va a tratar de la especificación de cualquier medida para la protección del medio ambiente. Contiene disposiciones para la: manipulación de residuos/retirada de residuos, prevención de la contaminación (líquido, gaseoso, sólidos y ruido).
- **Seguridad:** son las especificaciones para la salvaguarda de la propiedad contra los accesos no autorizados y las pérdidas. Contiene los planes para los: requisitos

especiales del equipo, seguridad de la información y de los sistemas de datos, documentación de las medidas de seguridad, autorizaciones/permisos de acceso y confidenciabilidad (cómo proteger la información).

- **Aseguramiento de la calidad:** es la definición de las medidas que aseguren la calidad de los servicios de mantenimiento. Contiene los requisitos para: el sistema de calidad del contratista, los requisitos de auditoría, las cualificaciones del personal y su experiencia, la transferencia de conocimiento entre las partes, los indicadores de calidad, el plan de calidad (norma ISO 9000).
- **Supervisión/gestión:** es la disposición para la gestión del contrato, supervisión de las tareas, y cooperación entre las partes y con otros contratistas. Contiene como definir: las personas de contacto de las partes, designar un gestor del contrato y un supervisor que represente a cada parte. El gestor del contrato es responsable de completar el programa de mantenimiento; y organigrama aplicable. Y contiene también la designación de los subcontratistas: como la capacidad de solicitar del contratista de mantenimiento los nombres de los empleados que van a emplearse en el trabajo, y el mantenimiento de un registro de incidencias por parte del gestor del contrato.
- **Registros:** es dejar constancia de los acontecimientos y circunstancias que afecten al desarrollo del contrato. Contiene los eventos de importancia a registrar, que afecten a los acuerdos contractuales: el qué (trabajo ejecutado, repuestos instalados, tiempo invertido, horas extras, deficiencias, impedimentos, retrasos, etc.) el por quién (contratista, contratante y representantes), el cuándo (fecha, hora y duración del hecho), el cómo (medios de registro, procedimientos y testigos).

### **3.6.-ESTIPULACIONES LEGALES.**

- **Derechos de propiedad/derechos de autor:** va a definir la propiedad y los derechos de uso de los derechos relevantes que existan o que surjan a lo largo del desarrollo del contrato. Esto debería cubrir la propiedad industrial (patentes, diseño, marcas), los métodos, la propiedad de los elementos de autor. Contiene información de tales derechos existentes en conexión con el contrato: derechos y restricciones de uso; derechos y restricciones para transferir tales derechos o para proporcionar información relevante a personas sin estos derechos. Contiene también los derechos que surjan con el desarrollo del contrato: quién es el propietario (posibilidad de copropiedad), quién cumplimenta los impresos (procedimientos, en que países y período), derechos y restricciones a conferir a las partes (uso, transferencia, publicaciones). Contiene también como especificar los derechos que corresponderán cada parte que ostentará en la propiedad de materiales tales como: documentos, información y derechos de autor. Contiene también consecuencias especiales de rupturas de las obligaciones de este capítulo: qué parte tiene que actuar, cómo, quién, información, acciones legales, y coste asociado. Y como último, también contiene la validez de estos capítulos más allá de los términos del contrato.
- **Confidencialidad:** es cómo proteger y asegurar el uso debido de la información confidencial. Contiene cuestiones a considerar como : notificación e indicación de la información confidencial, restricciones acerca del uso, accesos, permisos, restricciones para transmitir, tanto como se permita, las obligaciones contraídas por el

receptor, las obligaciones a transferir a los empleados del receptor, consecuencias (especiales) de ruptura de esta cláusula, validez de esta cláusula más allá de la terminación del contrato.

- **Fuerza mayor:** es definir los casos y consecuencias de fuerza mayor. Contiene: el listado de casos, información u obligaciones, interrupción de los trabajos, protección del trabajo ya realizado, reanudación del trabajo, coste adicional (qué parte lo soportará o compartirá el coste adicional), obligación de las partes en la toma de acciones que minimicen el coste adicional, y la posible rescisión del contrato si las condiciones de fuerza mayor se prolongan durante un cierto tiempo.
- **Responsabilidad:** es definir las responsabilidades por los daños causados por una parte o sus empleados mientras se desarrollan el contrato. Contiene las indemnizaciones a terceras personas por lesiones o muerte, y por daños a sus propiedades, daños a las propiedades de las partes (si fuera posible debería acordarse un límite a la indemnización) y acciones legales.
- **Resolución de litigios:** es definir por quién, dónde y cómo se resuelven los litigios. Contiene una negociación, conciliación, acuerdo en caso de solicitud de un procedimiento arbitral con obligación de cumplimiento del laudo para ambas partes, un arbitraje (arbitro, lugar de las acciones legales y procedimientos), por vía judicial (tribunal competente sobre tipo y localización).
- **Razones y formalismos para resolución ó rescisión:** es definir las razones y el procedimiento para la resolución o rescisión. Contiene la definición de diferentes razones: la expiración del tiempo acordados donde está la información mutua escrita, una parte notifica (periodo mínimo del contrato, y periodo/plazo para notificar, fecha de expiración), periodo de extensión del contrato en caso de falta de notificación (fecha de expiración, qué trabajos y pagos deben realizarse antes de la fecha de expiración), y un acuerdo mutuo (fecha de expiración, trabajos a realizar hasta la fecha acordada y la fecha debida para los pagos no realizados).
- **Documentos contractuales:** es definir qué documentos constituyen el contrato y cuál es su orden de prioridad. Contiene documentos, enumeración de cualquier documento que comprenda derechos y obligaciones de las partes, tal y como se hubiera acordado, y el orden de prioridad (el acuerdo que se denomina el contrato, artículos con precio y condiciones de pago, planos, planos, diseños y descripciones técnicas, normas técnicas, términos especiales de comercio y términos normalizados de comercio).
- **Variación, suplemento y alteración del contrato:** es definir los formalismos relevantes. Contienen los modelos de suplemento o alteración (escritos o medios de registro), las personas autorizadas a firmar (responsables de proyecto).
- **Posibles cesiones y subcontratación:** es qué y a quién puede, el contratista de mantenimiento, asignar obligaciones y/o derechos. Definir cuándo y cómo puede, el contratista de mantenimiento, designar subcontratistas. Contiene el qué (la totalidad del contrato o una parte), a quién (cualificación del asignatario, personas excluidas) y cómo (acuerdo); responsabilidad, notificación, cancelación, sucesión legal, comprometiendo a un socio del contrato, procedimientos legales para la aceptación del subcontrato y aprobación de las condiciones de pago, en caso de que las leyes y regulaciones así lo requieran.
- **Legislación aplicable:** es definir de qué país se aplicará la legislación al contrato para determinar cómo deberían interpretarse y resolverse los litigios. Contiene qué legislación (nacional, regional) eligen las partes, las partes deben cumplir las leyes y regulaciones obligatorias aplicables allí donde se realice el trabajo.

- **Idioma del contrato:** es definir qué idioma rige en caso de que el contrato se escriba en más de una lengua, y para las cuestiones que surjan en relación con el significado correcto. Contiene el idioma para la correspondencia, documentos técnicos, y otras comunicaciones entre las partes.
- **Vigencia del contrato:** es definir los prerequisites y/o condiciones para la vigencia del contrato, así como los procedimientos, en caso de que el contrato resultara invalidado por no estar en conformidad con las leyes relevantes. Contiene fechas en, o hasta la que el contrato es válido, periodo para la renovación, compromiso de las partes para alcanzar el propósito de contrato, en caso de que las leyes lo invalidaran en parte o en su totalidad.
- **Notificación:** es asegurar que todas las instrucciones y comunicaciones se hacen o confirman dentro de un límite temporal dado. Contiene los medios de transmisión, listado de distribución para la notificación, contenido requerido, límite temporal para la notificación.
- **Fecha del contrato:** es proporcionar la fecha en la que se firmó el contrato (principal). Contiene dónde y cuándo se firmó, fecha en la que debe completarse cualquier anexo que forme parte del contrato.